



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**  
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**DISEÑO Y CÁLCULO DE  
INSTALACIÓN DE PLACAS  
SOLARES PARA EL  
AUTOCONSUMO EN NAVE  
INDUSTRIAL QUE ALIMENTA  
UNAS CÁMARAS FRIGORÍFICAS  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE  
LINARES.**

**Alumno:** Francisco Javier Checa Morales

**Tutor:** Prof. D. Manuel Ortega Armenteros

**Depto.:** Ingeniería eléctrica

**Junio, 2023**

Escuela Politécnica Superior de Linares  
Universidad de Jaén



Firmado en Linares a 20 de junio de 2023.

Firma del alumno:

Francisco Javier Checa Morales

Firma del tutor:

Manuel Ortega Armenteros

Escuela Politécnica Superior de Linares  
Universidad de Jaén





## Índice:

|        |                                               |    |
|--------|-----------------------------------------------|----|
| 1.     | Resumen del proyecto.....                     | 1  |
| 2.     | Memoria.....                                  | 3  |
| 2.1    | Objetivos.....                                | 4  |
| 2.2    | Normativa.....                                | 4  |
| 2.3    | Herramientas utilizadas.....                  | 5  |
| 2.4    | Antecedentes.....                             | 5  |
| 2.5    | Dimensionamiento.....                         | 6  |
| 2.6    | Módulo fotovoltaico.....                      | 11 |
| 2.7    | Estructura de módulos.....                    | 16 |
| 2.8    | Estudio de compromiso estructural.....        | 17 |
| 2.9    | Orientación y disposición de módulos.....     | 19 |
| 2.10   | Inversor.....                                 | 25 |
| 2.11   | Cableado.....                                 | 29 |
| 2.12   | Canalizaciones.....                           | 30 |
| 2.13   | Puestas a Tierra.....                         | 31 |
| 2.14   | Protecciones.....                             | 32 |
| 2.15   | Bibliografía.....                             | 32 |
| 3.     | Anexos.....                                   | 33 |
| 3.1    | Cálculo de cableado.....                      | 34 |
| 3.1.1  | Corriente continua.....                       | 34 |
| 3.1.2  | Corriente alterna.....                        | 36 |
| 3.2    | Cálculo de protecciones.....                  | 39 |
| 3.2.1  | Corriente continua.....                       | 39 |
| 3.2.2  | Corriente alterna.....                        | 40 |
| 3.2.3  | Puestas a tierra.....                         | 41 |
| 3.3    | Rentabilidad económica.....                   | 42 |
| 3.4    | Hoja de características.....                  | 43 |
| 4.     | Planos.....                                   | 65 |
| 5.     | Pliego de condiciones.....                    | 71 |
| 5.1    | Condiciones Globales.....                     | 72 |
| 5.1.1  | Condiciones de aplicación.....                | 72 |
| 5.1.2  | Normas generales.....                         | 72 |
| 5.1.3  | Normativa legal.....                          | 72 |
| 5.1.4  | Seguridad en el trabajo.....                  | 75 |
| 5.1.5  | Seguridad de pública concurrencia.....        | 76 |
| 5.1.6  | Organización del trabajo.....                 | 76 |
| 5.1.7  | Datos de obra.....                            | 76 |
| 5.1.8  | Estructura de obra.....                       | 76 |
| 5.1.9  | Condiciones generales.....                    | 77 |
| 5.1.10 | Planificación.....                            | 78 |
| 5.1.11 | Previsión de materiales.....                  | 78 |
| 5.1.12 | Inspecciones y ensayos antes del montaje..... | 78 |
| 5.1.13 | Planos.....                                   | 78 |
| 5.1.14 | Variaciones del proyecto.....                 | 79 |
| 5.1.15 | Cooperación con otros contratistas.....       | 79 |

|         |                                                                              |    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1.16  | Sistemas de protección .....                                                 | 80 |
| 5.1.17  | Entorno de limpieza.....                                                     | 80 |
| 5.1.18  | Montaje de Andamios.....                                                     | 80 |
| 5.1.19  | Obras de albañilería.....                                                    | 81 |
| 5.1.20  | Previsión eléctrica y agua.....                                              | 91 |
| 5.1.21  | Ruido y vibraciones.....                                                     | 81 |
| 5.1.22  | Acceso a la obra.....                                                        | 81 |
| 5.1.23  | Canalizaciones .....                                                         | 82 |
| 5.1.24  | Elementos pasamuros.....                                                     | 82 |
| 5.1.25  | Cuadros eléctricos .....                                                     | 83 |
| 5.1.26  | Limpieza de redes de distribución.....                                       | 83 |
| 5.1.27  | Ensayos y pruebas .....                                                      | 83 |
| 5.1.28  | Pruebas finales.....                                                         | 84 |
| 5.1.29  | Recepción provisional... ..                                                  | 84 |
| 5.1.30  | Garantía.....                                                                | 85 |
| 5.1.31  | Recepción definitiva .....                                                   | 85 |
| 5.1.32  | Permisos... ..                                                               | 85 |
| 5.1.33  | Entrenamiento .....                                                          | 86 |
| 5.1.34  | Subcontratas .....                                                           | 86 |
| 5.1.35  | Riesgo.....                                                                  | 86 |
| 5.1.36  | Rescisión de contrato.....                                                   | 86 |
| 5.1.37  | Precios.....                                                                 | 87 |
| 5.1.38  | Pagos de obra... ..                                                          | 87 |
| 5.1.39  | Condiciones de la instalación fotovoltaica.....                              | 88 |
| 5.1.40  | Estructura .....                                                             | 88 |
| 5.1.41  | Instalación sobre cubierta.....                                              | 89 |
| 5.1.42  | Conexionado entre módulos... ..                                              | 89 |
| 5.1.43  | Puesta a tierra .....                                                        | 89 |
| 5.1.44  | Montaje del resto de componentes.....                                        | 90 |
| 5.2     | Mantenimiento de la instalación fotovoltaica... ..                           | 90 |
| 5.2.1   | Generalidades .....                                                          | 90 |
| 5.2.2   | Programa de mantenimiento .....                                              | 90 |
| 6.      | Estudio de seguridad y salud.....                                            | 92 |
| 6.1     | Objetivo .....                                                               | 93 |
| 6.2     | Plan de seguimiento de seguridad y salud en el ámbito del trabajo .....      | 93 |
| 6.3     | Obligaciones del director facultativo de obra.....                           | 93 |
| 6.4     | Libro de incidencias.....                                                    | 94 |
| 6.5     | Paro del trabajo .....                                                       | 94 |
| 6.6     | Principios generales aplicables durante la obra .....                        | 94 |
| 6.7     | Propuesta de medidas preventivas para la reducción de riesgos laborales..... | 95 |
| 6.7.1   | Protecciones personales .....                                                | 95 |
| 6.7.1.1 | Protección en la cabeza... ..                                                | 95 |
| 6.7.1.2 | Protecciones en el cuerpo .....                                              | 95 |
| 6.7.1.3 | Protecciones en las extremidades superiores .....                            | 96 |
| 6.7.1.4 | Trabajos en alturas .....                                                    | 96 |
| 6.7.1.5 | Trabajos con cortadora de disco .....                                        | 96 |
| 6.7.1.6 | Trabajo con equipo de soldadura... ..                                        | 96 |
| 6.7.1.7 | Trabajos con proximidad de instalaciones de alta tensión.....                | 97 |

|         |                                                          |    |
|---------|----------------------------------------------------------|----|
| 6.7.1.8 | Trabajos de maniobra con equipos de baja tensión.....    | 97 |
| 6.7.1.9 | Trabajos de apertura de zanjas... ..                     | 97 |
| 6.7.2   | Información útil para posibles trabajos posteriores..... | 98 |
| 7.      | Presupuesto .....                                        | 99 |

## **1 RESUMEN DEL PROYECTO**

En este trabajo se desea reflejar los conocimientos adquiridos en asignaturas que he cursado durante la el grado de ingeniería eléctrica, como “Centrales 2”, “Energías Renovables”, “Instalaciones de baja tensión” y “Accionamientos eléctricos”.

El trabajo consiste en el dimensionamiento de una instalación fotovoltaica con la que se pretende cubrir el consumo energético de unas cámaras frigoríficas que están destinadas al mantenimiento del estado de congelación de los productos, para su posterior distribución en camiones frigoríficos.

Partiendo de la instalación actual y del consumo de energía de los últimos años, se llevará a cabo el dimensionamiento del número de paneles solares, la potencia del inversor, las secciones de los cables, las protecciones, así como la colocación y distribución de todos los elementos necesarios de protección y maniobra.

## 2 MEMORIA

## 2.1. Objetivos

El objetivo de este trabajo, es ejecutar el TFG requerido para la obtención del grado en Ingeniería Eléctrica.

En él se presenta el dimensionado de una instalación fotovoltaica que alimenta unas cámaras frigoríficas en una nave industrial situada en el término municipal de Linares. Así como establecer las condiciones técnicas que tienen que darse para que cumpla con la normativa vigente, y las condiciones económicas que establezcan que nuestro proyecto es rentable.

Para ello ha sido elegido una nave industrial cuyo uso es de cámaras frigoríficas, se ha recopilado información de sus dimensiones y del consumo de las cámaras, para poder calcular la cantidad de placas que se pueden instalar, así como la potencia suministrada por estas para el autoconsumo.

Se detallará el dimensionado del inversor o inversores, de las protecciones y de las secciones de los cables.

Para todo lo anteriormente descrito, se adjuntará un anexo con los cálculos pertinentes y la disposición de los módulos solares y su orientación. Para contrastar, usaremos el programa “PVgis” y simularemos la situación.

El trabajo finaliza, mostrando un estudio económico de cuánto tardaremos en amortizar la instalación y cuánto podemos ahorrarnos con la misma. Se adjuntará documento con el precio final, los planos necesarios, la disposición de los módulos, y un esquema unifilar de la instalación y sus protecciones.

## 2.2. Normativa

Para la realización de este proyecto se ha utilizado la siguiente normativa:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento
- Electrotécnico para baja tensión y las ITC correspondientes.
- Borrador del 26 de Julio de 2011 del Plan de Energías Renovables 2011-2020. Real Decreto 661/2007 de 26 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Introduciendo particularidades

- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Resolución del 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Para el caso de integración en edificios se tendrá en cuenta el Código Técnico de la edificación (CTE).
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

### **2.3. Herramientas utilizadas**

Las herramientas que hemos usado para realizar el dimensionado es en primer lugar, facturas de años anteriores, los cuales nos pueda hacer una idea y tomar referencia el consumo por mes, de la nave y más en concreto de las cámaras frigoríficas.

Los programas que usaremos serán:

- PVgis, para saber la irradiación de la zona y época del año.
- Excel, para realizar tablas de cálculos.
- SolarEdge, para realizar una simulación de nuestra instalación.
- Google Earth, para realizar el estudio de la situación de nuestra nave.

### **2.4. Antecedentes**

Las energías renovables se llevan explotando menos tiempo que las fuentes de energía tradicionales, es por esto que nos encontramos en un auge del uso de las renovables. Esto no es casualidad, ya que es una alternativa muy buena en la situación geográfica del sur de España, ya que gozamos de diferentes condiciones climatológicas para la explotación de las fuentes de energías en cuestión.

En la actualidad es muy inteligente la inversión en una instalación fotovoltaica, ya que tendremos la capacidad de reducir los costes de consumo y reduciremos las emisiones contaminantes.

En el 2015, se instauró un impuesto destinado a las instalaciones de autoconsumo. Este impuesto duró hasta 2018. Es por ello que otro punto a favor, es que ya no tenemos el impuesto conocido como “el impuesto al sol”.

Como toda nueva tecnología, en 2015 el precio de instalación y legalización de proyecto fotovoltaico era bastante elevado, aunque ya en ese año era rentable económicamente instalar el autoconsumo en nuestros domicilios, pero en comparación con la actualidad, los costes de instalación se han reducido a más de la mitad.

Si bien tenemos en cuenta los antecedentes y el panorama actual de las renovables, y más en concreto del autoconsumo fotovoltaico se nos presenta una muy buena oportunidad de utilizarlas en nuestro favor. Es por ello que nuestro proyecto se dedicará a dimensionar y calcular la instalación necesaria para autoconsumir la demanda eléctrica de una nave industrial dedicada al uso de unas cámaras frigoríficas.

## **2.5. Dimensionamiento**

En primer lugar, para saber nuestro punto de partida y saber que dimensiones debe tener nuestra instalación, debemos saber cuál es nuestro consumo, es decir, qué cantidad debemos de generar para abastecernos.

Los datos los hemos obtenido de unas cámaras frigoríficas cuyo uso es el mantenimiento de productos alimenticios en estado de congelación.

La cámara frigorífica consta de cuatro motores cuya potencia eléctrica pico es de 10000w cada uno, de esta manera, sabemos que la potencia máxima de la cámara total es de 40Kw.

Hemos revisado el histórico del consumo (Tabla 1) de la cámara y observamos el consumo y haciendo una media de los años anteriores, para poder hacernos una idea de los consumos que podemos tener.

| Mes        | Consumo en Kwh/mes |
|------------|--------------------|
| Enero      | 649,915            |
| Febrero    | 695,8              |
| Marzo      | 933,1              |
| Abril      | 1144,5             |
| Mayo       | 1432,2             |
| Junio      | 1638               |
| Julio      | 1866,2             |
| Agosto     | 1616,65            |
| Septiembre | 1218               |
| Octubre    | 1074,15            |
| Noviembre  | 661,5              |
| Diciembre  | 621,705            |

**Tabla 1. Histórico de consumo**

Para realizar los cálculos, hay que tener en cuenta los precios acordados con la distribuidora, tanto la compra de energía como la venta de la misma. La distribuidora nos comprará los excedentes a 0,05€/Kw\*h, sin embargo, nosotros le compramos la energía a la distribuidora a 0,18€/Kw\*h.

Cuando nosotros acordamos con la comercializadora una venta de excedentes, la energía que generamos, pero no consumimos se nos compra a un valor que ronda los 0,05€/Kw\*h, pero eso tiene una serie de matices. Las facturas de consumo eléctrico tienen varias partes, una de ellas es la potencia contratada y otro la energía contratada, más conocido como término fijo y término variable respectivamente. El término fijo, es el precio que hay que pagar a la comercializadora por usar sus infraestructuras para hacer llegar la

electricidad desde la línea de transporte hasta nuestro centro de consumo. El término variable es el precio que se le paga a la comercializadora por la energía que consumimos.

Para empezar, hemos obtenido los datos del PVgis, que ya se cuenta con las pérdidas por temperatura, pérdidas por cableado e inversor, lo que le hemos añadido nosotros son las pérdidas por sombras, siendo estas de un 4% (Tabla 2).

| Mes        | Kwh/mes sin sombras | Kwh/mes con sombras |
|------------|---------------------|---------------------|
| Enero      | 944,54              | 906,7584            |
| Febrero    | 998,77              | 958,8192            |
| Marzo      | 1252,85             | 1202,736            |
| Abril      | 1329,61             | 1276,4256           |
| Mayo       | 1479,92             | 1420,7232           |
| Junio      | 1526,15             | 1465,104            |
| Julio      | 1602,72             | 1538,6112           |
| Agosto     | 1538,46             | 1476,9216           |
| Septiembre | 1331,96             | 1278,6816           |
| Octubre    | 1191,09             | 1143,4464           |
| Noviembre  | 937,86              | 900,3456            |
| Diciembre  | 939,44              | 901,8624            |

**Tabla 2. Generación teórica**

En nuestro caso, hemos decidido vender excedentes, por lo que tendremos que tener en cuenta la curva de consumo de nuestra cámara frigorífica y qué dimensión de placas solares instalaremos para que nos compense la instalación para la venta de excedentes, pero tampoco tengamos que hacer una inversión inicial muy elevada.

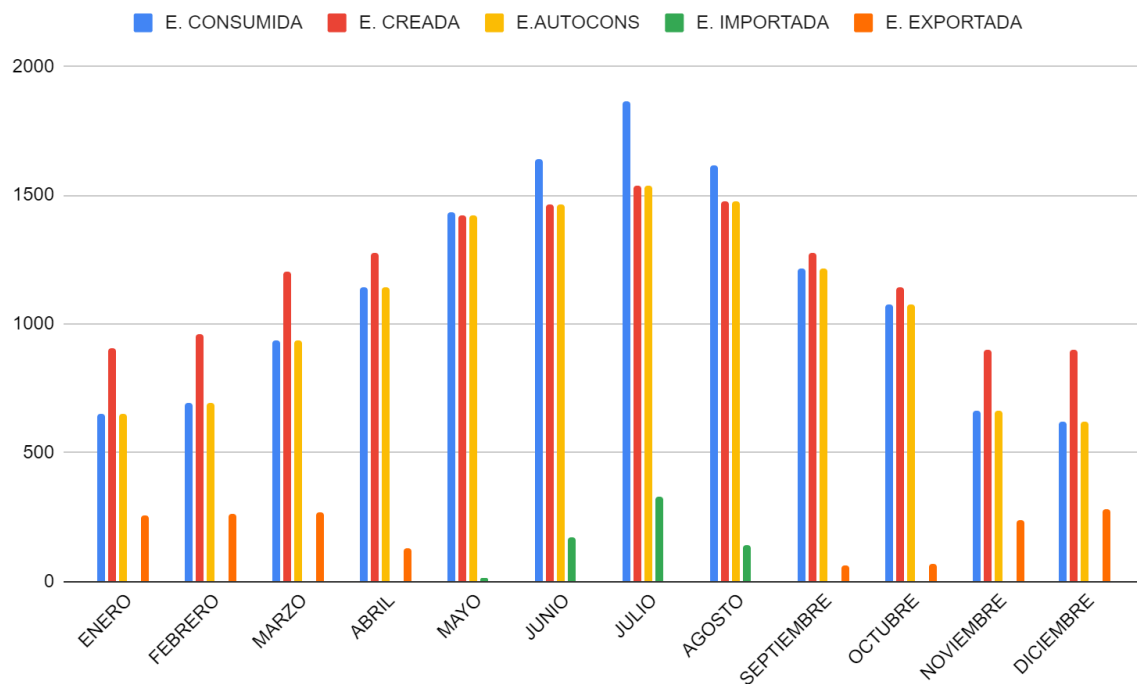
La Tabla 3 muestra los cálculos realizados para una instalación de 10Kwp, y hemos hecho el estudio de la energía obtenida, la venta de excedentes y este es el resultado:

| Mes        | Energía consumida | Energía creada | Energía autoconsumida | Energía importada | Energía exportada |
|------------|-------------------|----------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Enero      | 649,915           | 906,7584       | 649,915               | 0                 | 256,8434          |
| Febrero    | 695,8             | 958,8192       | 695,8                 | 0                 | 263,0192          |
| Marzo      | 933,1             | 1202,736       | 933,1                 | 0                 | 269,636           |
| Abril      | 1144,5            | 1276,4256      | 1144,5                | 0                 | 131,9256          |
| Mayo       | 1432,2            | 1420,7232      | 1420,7232             | 11,4768           | 0                 |
| Junio      | 1638              | 1465,104       | 1465,104              | 172,896           | 0                 |
| Julio      | 1866,2            | 1538,6112      | 1538,6112             | 327,5888          | 0                 |
| Agosto     | 1616,65           | 1476,9216      | 1476,9216             | 139,7284          | 0                 |
| Septiembre | 1218              | 1278,6816      | 1218                  | 0                 | 60,6816           |
| Octubre    | 1074,15           | 1143,4464      | 1074,15               | 0                 | 69,2964           |
| Noviembre  | 661,5             | 900,3456       | 661,5                 | 0                 | 238,8456          |
| Diciembre  | 621,705           | 901,8624       | 621,705               | 0                 | 280,1574          |

**Tabla 3. Cálculo de energía**

Para empezar, cabe recalcar que la energía que más nos urge ahorrarnos es la denominada “autoconsumida”, ya que es la que no le deberemos abonar a la compañía, la cual nos cobraría el Kw/h a 0,18€ y no pensar en la venta de excedentes en primera estancia, ya que nos abonarían el Kw/h a 0.05€.

Contamos con la fortuna de que cuanto mayor salto térmico deben hacer los motores de las cámaras frigoríficas, mayor consumo eléctrico se produce, y esto coincide con los meses que más sol hace. Es por esto, que podemos aprovecharnos mucho de este contexto (Figura 1).



**Figura 1. Gráfico de energías**

En la tabla 4 se muestra la comparativa de precios con y sin instalación fotovoltaica. El estudio tecno-económico se basa en ver con la instalación fotovoltaica cuánto debemos pagar, con respecto a lo que deberíamos pagar sin la instalación generadora, y compararlo también con la instalación teniendo en cuenta la venta de excedentes.

| Mes          | Precio sin autoconsumo | Precio con autoconsumo | Precio con autoconsumo + Venta de excedentes |
|--------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------------|
| Enero        | 116,9847               | 0                      | -12,84217                                    |
| Febrero      | 125,244                | 0                      | -13,15096                                    |
| Marzo        | 167,958                | 0                      | -13,4818                                     |
| Abril        | 206,01                 | 0                      | -6,59628                                     |
| Mayo         | 257,796                | 2,065824               | 2,065824                                     |
| Junio        | 294,84                 | 31,12128               | 31,12128                                     |
| Julio        | 335,916                | 58,965984              | 58,965984                                    |
| Agosto       | 290,997                | 25,151112              | 25,151112                                    |
| Septiembre   | 219,24                 | 0                      | -3,03408                                     |
| Octubre      | 193,347                | 0                      | -3,46482                                     |
| Noviembre    | 119,07                 | 0                      | -11,94228                                    |
| Diciembre    | 111,9069               | 0                      | -14,00787                                    |
| <b>Total</b> | <b>2439,3096</b>       | <b>117,3042</b>        | <b>38,78394</b>                              |

**Tabla 4. Comparativa de precios**

Como podemos observar, la reducción del término variable en la factura eléctrica es casi total, ya que se reduce en un 95,19% solamente teniendo en cuenta el autoconsumo. Sin embargo, si tenemos en cuenta la venta de excedentes como es nuestro caso, se reduce en un 98,41%; Es decir, casi en su totalidad, lo que nos indica que ha sido un buen dimensionado, ya que la inversión de más que hiciésemos a la hora de poner más módulos solares, sería una inversión perdida.

## 2.6. Módulos fotovoltaicos

Una vez conocido el diseño de nuestra instalación fotovoltaica, y la disposición de los módulos solares en la misma, vamos a elegir un modelo concreto de módulo para poder realizar los cálculos. En nuestro caso será un CanadianSolar 365w (Figura 2).



**Figura 2. Módulo fotovoltaico**

Existen diferentes tipos de tecnologías de módulos fotovoltaicos, existe la tecnología de paneles: amorfos, monocristalinos y policristalinos. Los paneles amorfos usan una tecnología en la que cada celda del propio módulo tiene hasta la mitad de densidad que podría tener una monocristalina o policristalina. Es la tecnología menos eficiente, pero la más económica.

En segundo lugar, tenemos la tecnología policristalina. Esta la podemos reconocer por su color azul. Las ventajas este tipo de placas es que presenta más resistencia en climas cálidos, pero se calientan antes y pierden más rendimiento.

En cuanto a eficiencia los paneles mejor colocados son los compuestos por módulos monocristalinos, los cuales son los que tienen un mayor coste. Es por esto, que nos hemos decantado por un módulo policristalino, ya que económicamente no se encuentra en una mala posición y en eficiencia tampoco.

Cabe destacar, que esta opción la hemos valorado de esta manera ya que tenemos un espacio considerable y podríamos poner la instalación con el tipo de tecnología que quisiéramos. En el caso de que tuviésemos un espacio reducido, no nos quedaría otra opción que usar la tecnología que más energía nos aporte por unidad de superficie. Los datos del módulo solar se muestran en la Tabla 5.

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Potencia Máxima (Pmax)            | 365W                             |
| Voltaje de trabajo (Vmp)          | 39,8V                            |
| Intensidad de trabajo (Imp)       | 9,18A                            |
| Voltaje circuito abierto (Voc)    | 47,2V                            |
| Intensidad circuito abierto (Isc) | 9,75A                            |
| Eficiencia de módulo              | 18,40%                           |
| Temperatura de trabajo            | -40 / +85 °C                     |
| Máximo voltaje                    | 1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL) |
| Máxima intensidad en Serie        | 30A                              |
| Tolerancia de potencia            | 0/+10W                           |

**Tabla 5. Datos eléctricos**

Los datos eléctricos de un módulo fotovoltaico nos proporcionan información sobre su rendimiento y eficiencia en la conversión de la energía solar en energía eléctrica. Si miramos la ficha técnica de un módulo fotovoltaico podemos ver que los fabricantes nos proporcionan datos para dos condiciones distintas de los datos eléctricos, como potencia pico, tensión y corriente de operación, tensión en circuito abierto e intensidad de cortocircuito.

La temperatura es un factor importante que afecta el rendimiento de los módulos fotovoltaicos. La potencia máxima de un módulo fotovoltaico disminuye a medida que aumenta la temperatura. En la parte trasera de un módulo fotovoltaico o en su ficha técnica, podemos comprobar que los principales parámetros eléctricos vienen determinados por lo que se denomina «condiciones estándares de medida (STC – standard test conditions)», que son: 1000 W/m<sup>2</sup> de irradiancia incidente y 25°C de temperatura de la célula. Los datos mecánicos del módulo solar se mostrarán en la Tabla 6. Y los coeficientes térmicos del módulo fotovoltaico en la Tabla 7.

|                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| Tecnología de célula  | policristalino                  |
| Disposición de celdas | 144 [2X (12 X6) ]               |
| Dimensiones           | 2000 X992 X35 mm                |
| Peso                  | 26.5 kg                         |
| Cristal frontal       | 2.0 mm heat strengthened glass  |
| Aleación              | Anodized aluminium alloy        |
| Cable                 | 4 mm <sup>2</sup>               |
| Tipo de conector      | T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2 |
| Número de piezas      | 30 pieces                       |

**Tabla 6. Datos mecánicos**

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Coef. temperatura (Pmax)         | -0,36%/°C |
| Coef. temperatura (Voc)          | -0,28%/°C |
| Coef. temperatura (Isc)          | 0,05%/°C  |
| Temperatura de operación nominal | 42+/- 3°C |

**Tabla 7. Coeficientes térmicos**

A continuación, en la Figura 3, se mostrará las dimensiones del módulo fotovoltaico.  
Y en la Figura 4, las curvas de funcionamiento del mismo.

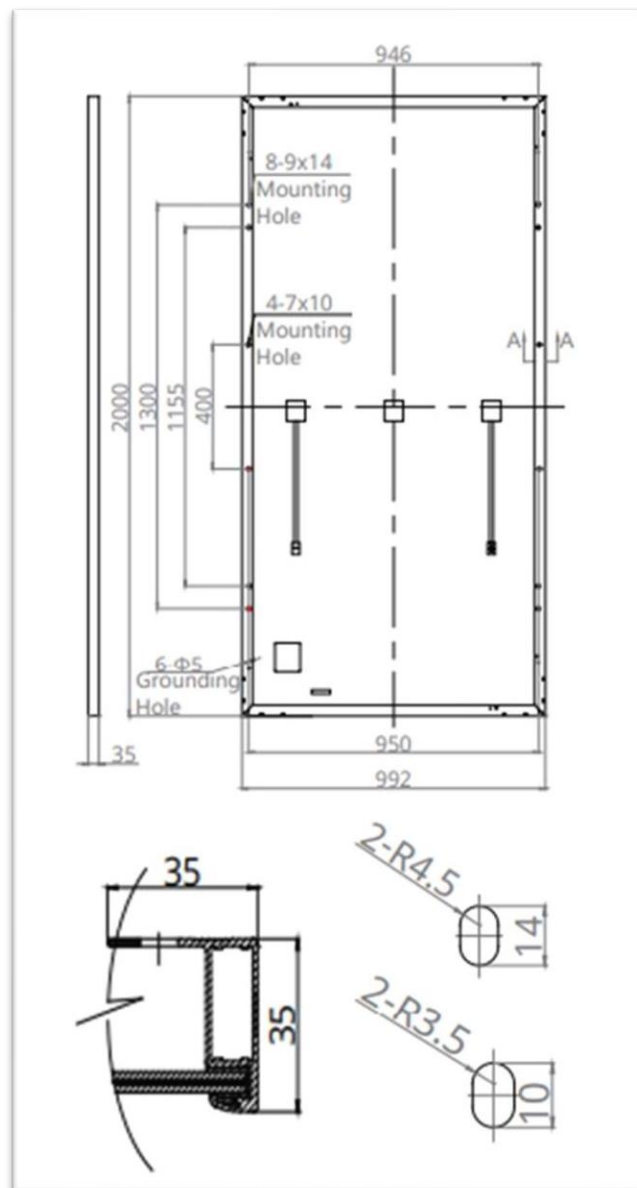


Figura 3. Dimensiones del módulo fotovoltaico

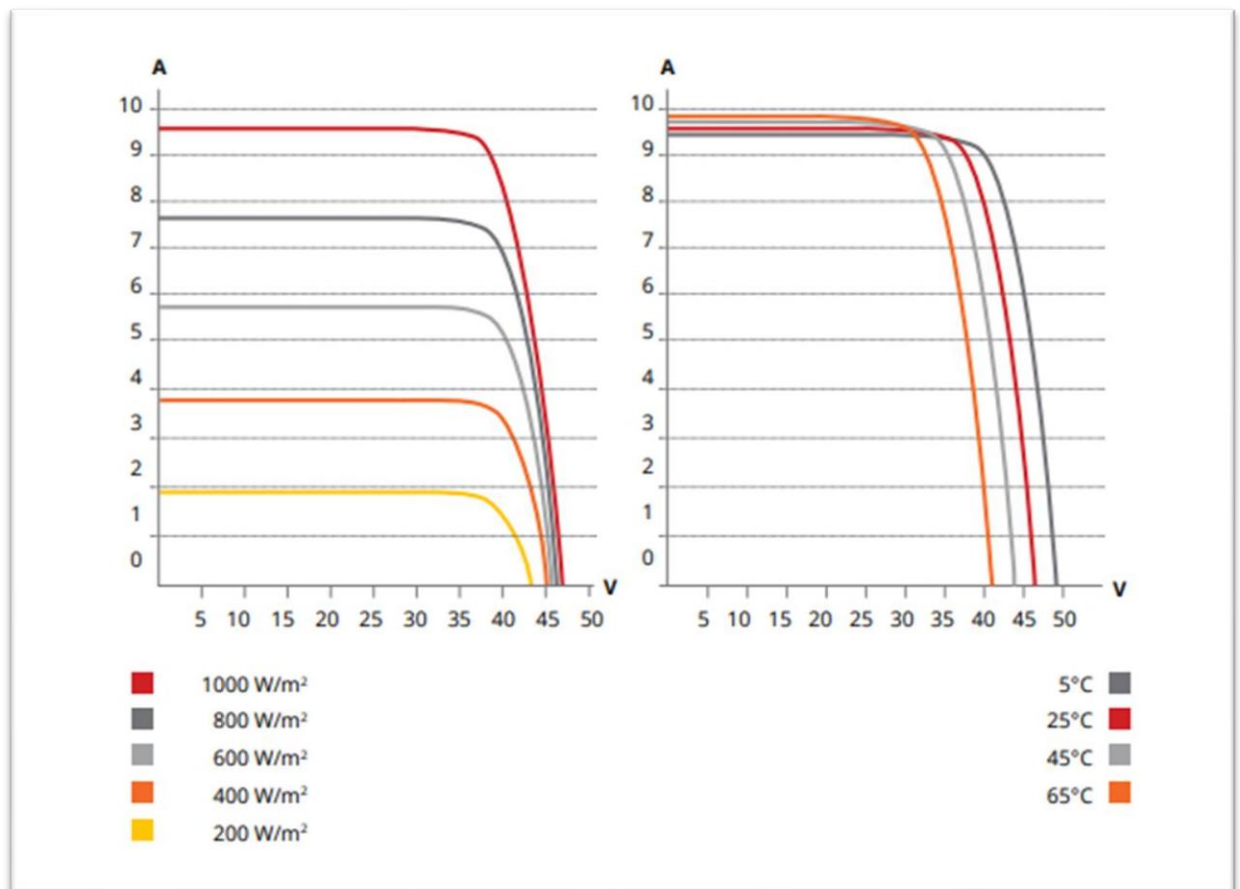


Figura 4. Curva de funcionamiento

## 2.7. Estructura de los módulos

La Figura 5 se muestra la estructura coplanar que hemos encontrado más económica, la cual tiene capacidad para instalar 6 paneles (Figura 6), por lo tanto, necesitaríamos 5 estructuras, lo que conlleva un desembolso de 737.25 €.

### # Estructura 6 Paneles 30-45mm Coplanar Falcat



**147,45€** SIN IVA  
121,86 €

★★★★★  
49 Opiniones

Envío: Gratuito en compras superiores a 150€, inferiores 7,5€

Entrega: **Recibelo el jueves 30 de marzo**

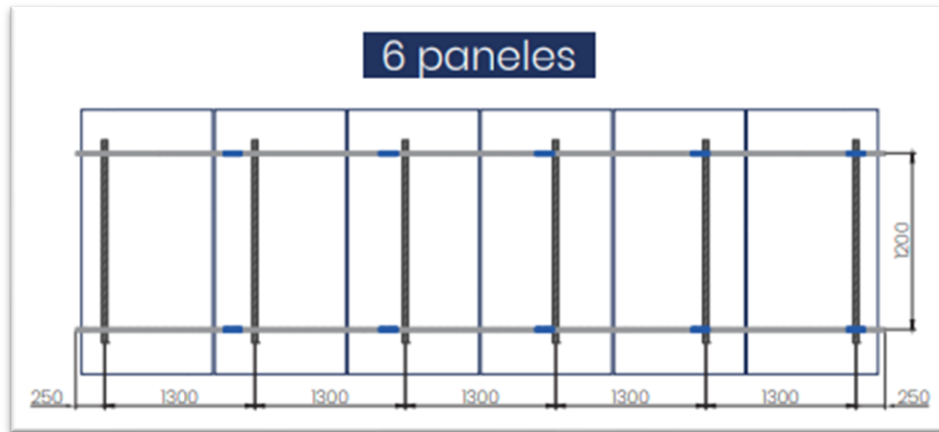
Fabricante: Falcat | Cod. Artículo: 1507121

Cantidad:

Financiación: [Calcular cuota](#)

**AÑADIR AL CARRITO** **COMPRAR**

Figura 5. Estructura



**Figura 6. Dimensiones de la estructura**

La estructura coplanar de paneles fotovoltaicos tiene algunas ventajas sobre la estructura con ángulo. Por ejemplo, aprovecha la inclinación del lugar donde se va a realizar la instalación de la estructura. Además, las instalaciones coplanares sufren menos frente a los fuertes vientos debido a que los paneles hacen menos efecto vela. Sin embargo, la estructura coplanar tiene un proceso de obra más rápido respecto a la estructura inclinada. La estructura coplanar, al estar compuesta por aluminio como material principal, tiene menos resistencia que el acero de las estructuras inclinadas.

## **2.8. Estudio de compromiso estructural**

La instalación fotovoltaica consta de 28 módulos conectados en serie, que se disponen de manera coplanar sobre el tejado de la nave industrial en conjuntos de 6 unidades. Por lo tanto, necesitaremos 5 soportes de 6 unidades en los que habrá un único soporte más favorable incluso que solo llevará 4 módulos. Se utilizará un soporte de 6 y no de 4 ya que el cliente con el futuro querrá aumentar el número de módulos fotovoltaicos para alimentar más cámaras frigoríficas. De esta manera, se deberá estudiar las dos combinaciones, es decir, el peso del soporte con 6 módulos y el peso del soporte con 4 módulos. Las tablas 8 y 9 muestran las características de las estructuras con 6 y 4 módulos, respectivamente.

Para saber cuánto compromete la estructura debemos saber la cantidad total de peso reposa sobre el tejado por unidad de superficie. Como se sabe que las estructuras y módulos a usar son los mismos, podremos hacer el estudio con un solo soporte y la superficie que ocupa el mismo.

A la hora de realizar los cálculos hemos tenido en cuenta los siguientes valores:

- Peso de cada módulo= 26,5Kg.
- Peso de cada soporte con amarres para 6 módulos= 14,6Kg.
- Peso estimado de cableado de cada módulo=0,3Kg.

|                                          | Cantidad | Masa (Kg) | Masa Total (Kg) |
|------------------------------------------|----------|-----------|-----------------|
| Módulo fotovoltaico                      | 6        | 26,5      | 159             |
| Estructura para 6 módulos                | 1        | 14,6      | 14,6            |
| Cableado                                 | 6        | 0,3       | 1,8             |
| Total                                    |          |           | 175,4           |
| Superficie                               |          |           | 8,4             |
| Peso/m <sup>2</sup> (Kg/m <sup>2</sup> ) |          |           | 20,88           |

**Tabla 8. Estructura con 6 módulos**

|                                          | Cantidad | Masa (Kg) | Masa Total (Kg) |
|------------------------------------------|----------|-----------|-----------------|
| Módulo fotovoltaico                      | 4        | 26,5      | 106             |
| Estructura para 6 módulos                | 1        | 14,6      | 14,6            |
| Cableado                                 | 4        | 0,3       | 1,2             |
| Total                                    |          |           | 121,8           |
| Superficie                               |          |           | 8,4             |
| Peso/m <sup>2</sup> (Kg/m <sup>2</sup> ) |          |           | 14,50           |

**Tabla 9. Estructura con 4 módulos**

Una vez realizados los cálculos, tomaremos como datos, los del primer caso, es decir, las medidas más desfavorables. Se ha tenido en cuenta el peso de la estructura para 6 módulos, los propios 6 módulos que irán acoplados en la estructura y los amarres necesarios para que estos queden fijados a la misma. Por último, hemos tenido en cuenta el peso estimado de 0,3Kg de cantidad de cable que se dispondrá para el funcionamiento de cada uno de los módulos fotovoltaicos.

Una vez realizada la suma total del peso y conociendo la superficie, se trata de calcular la cantidad de peso que descansa sobre cada uno de los metros cuadrados que soportan la estructura. El dato obtenido refleja que es que el peso que soporta el tejado de la nave es  $20,88 \text{ Kg/m}^2$ . Siendo este dato inferior al máximo por el código técnico, como es  $40 \text{ Kg/m}^2$  para cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado).

## 2.9. Orientación y disposición de módulos

Como se ha observado anteriormente, hemos hecho una instalación fotovoltaica de 10Kwp, con lo que hemos conseguido ahorrarnos el 98,41% del término variable de la factura eléctrica. La Figura 7 muestra la ubicación de nuestra nave, en calle Pepe Luís Vázquez, en Linares, Jaén.

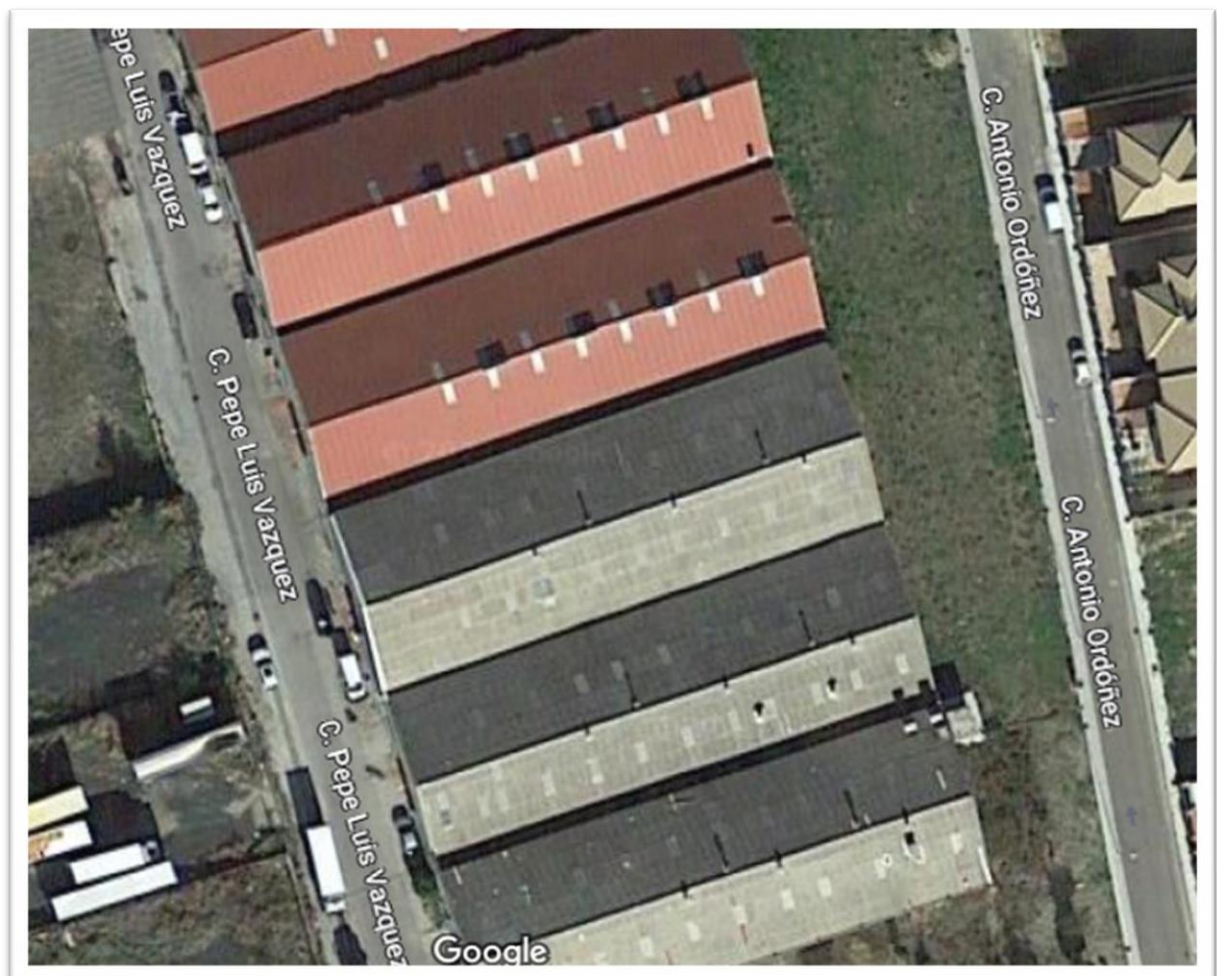


Figura 7. Ubicación de la nave

Las estructuras que hemos usado para la disposición de los módulos solares, son coplanares, por lo que tienen el mismo ángulo que la inclinación del tejado de la nave, siendo en este caso  $30^\circ$ .

A continuación, se muestra cómo sería la disposición del módulo fotovoltaico (Figura 8).



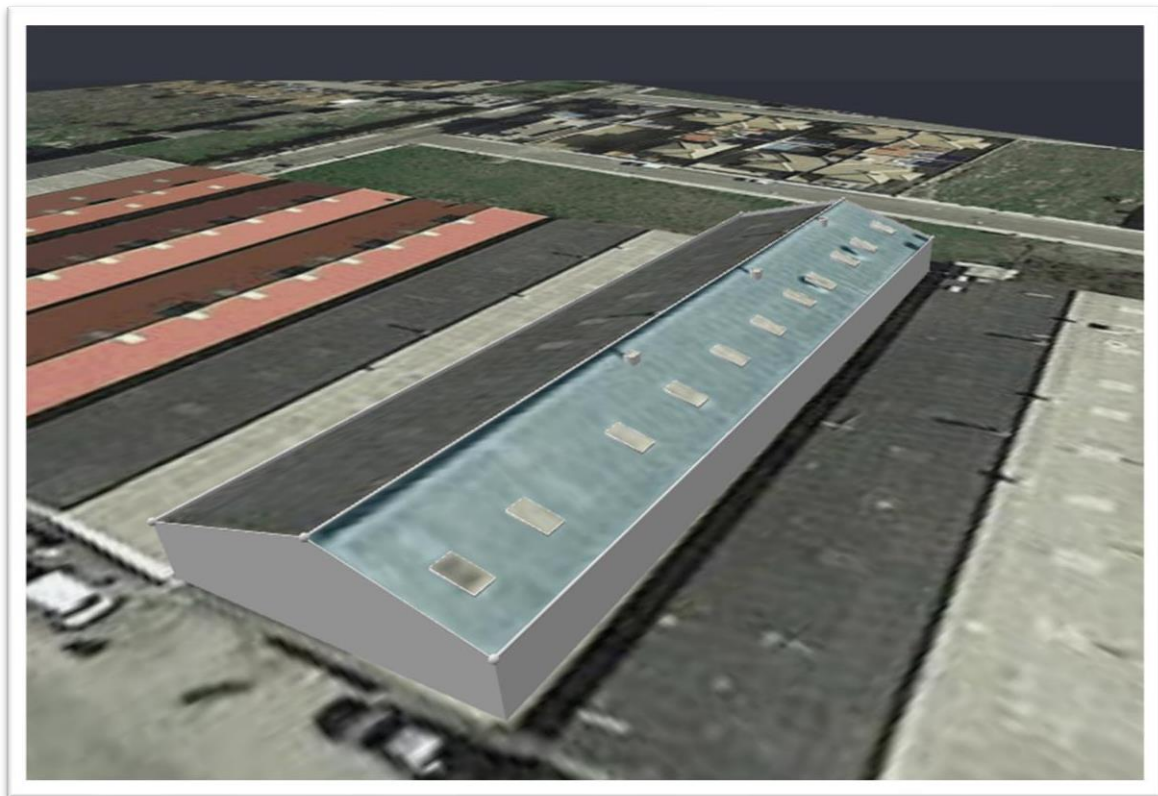
**Figura 8. Disposición de módulo fotovoltaico**

El ángulo de azimut es bajo, es decir, no nos dará unas grandes pérdidas, por lo que se ha decidido la decisión de cambiar de soporte para orientarlo, ya que encarecería el desembolso inicial y no se obtendrá mucho rédito.

Ya que, considerando el ángulo de azimut, observamos que no nos daría muchas pérdidas, y nos decantamos por el soporte coplanar, cabe destacar las ventajas e inconvenientes que trae consigo.

A continuación, vamos a usar la herramienta *Solaredge* para crear una simulación de nuestra instalación fotovoltaica y ver cómo podría hacerse la disposición de módulos fotovoltaicos a la vez que el dimensionamiento del inversor.

La Figura 9 muestra un modelo en 3D de la nave industrial que alberga las cámaras frigoríficas, donde podemos observar la disposición de los tragaluces, donde no se pueden instalar módulos fotovoltaicos y unas pequeñas salidas en el techo de ventilación natural, que impiden también la instalación de los módulos.



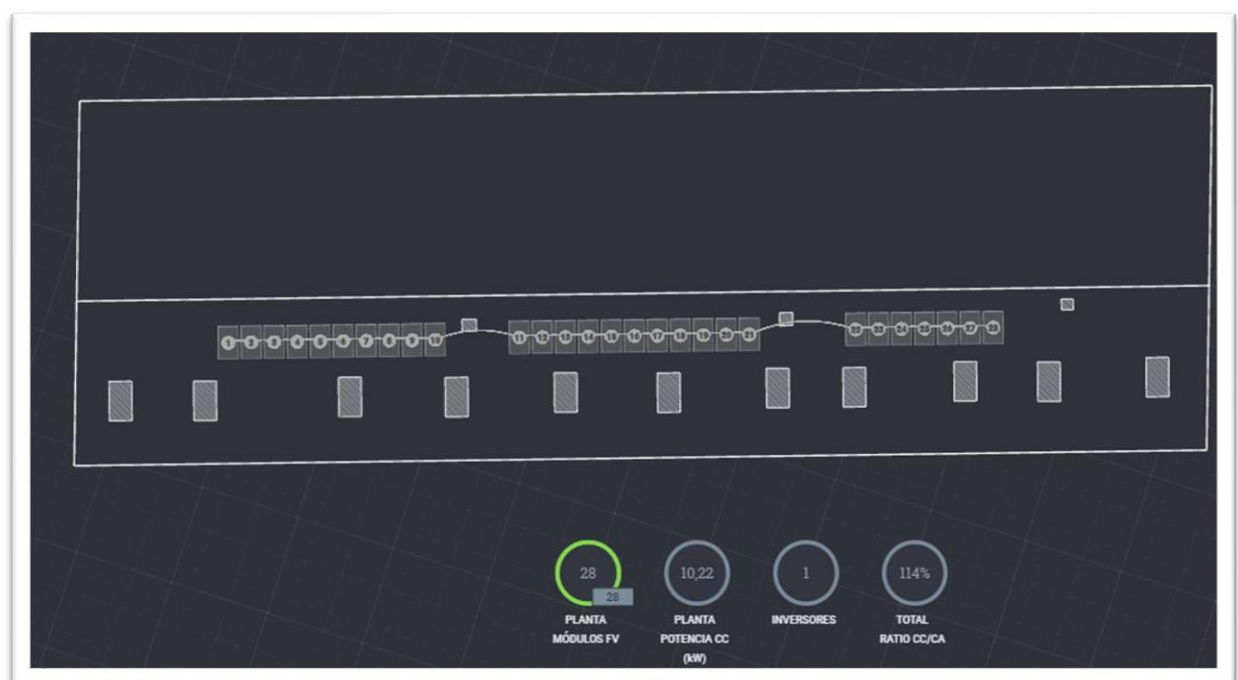
**Figura 9. Modelo 3D de la nave**

A continuación, una representación de cómo se dispondrían los módulos fotovoltaicos en el ala del tejado que da al sur (figuras 10 y 11). En primer lugar, vamos a presentar las características de los módulos fotovoltaicos para saber qué combinación entre los mismos deberemos disponer. La disposición en serie o paralelo de los módulos fotovoltaicos depende del objetivo que se quiera lograr en la instalación fotovoltaica (tablas 11 y 12). Si se busca aumentar el voltaje del sistema, los paneles solares se pueden conectar en serie. Si lo que se quiere es aumentar el amperaje para tener más potencia, los paneles solares se pueden conectar en paralelo. La forma de realizar la conexión puede afectar al diseño de la instalación fotovoltaica. A continuación, las características del Módulo solar Canadian Solar 365W (Tabla 10).

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 7616W |
| Operating Voltage (Vmp)   | 39.8V |
| Operating Current (Imp)   | 9.18A |
| Circuit Voltage (Voc)     | 47.2V |
| Circuit Current (Isc)     | 9.75A |

**Tabla 10. Características del módulo solar**

A continuación, la primera combinación: 28 módulos en serie.



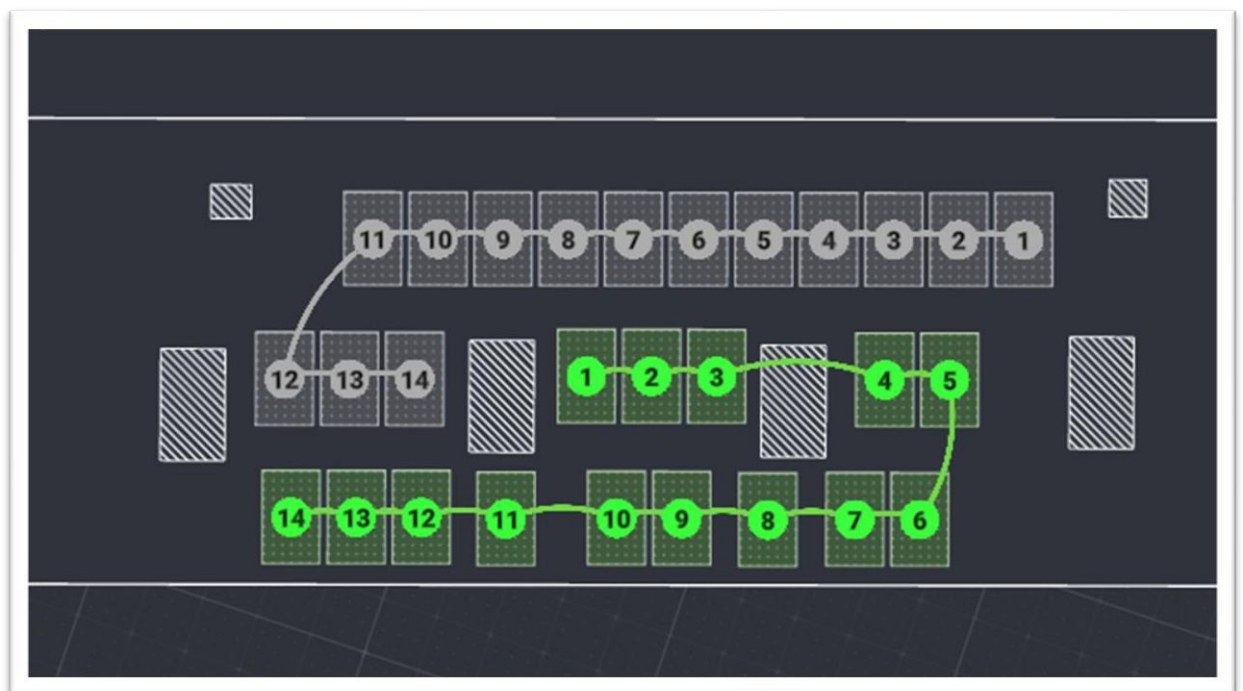
**Figura 10. Primera representación de módulos**

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Nominal Max. Power ( $P_{max}$ ) | 7616W   |
| Operating Voltage ( $V_{mp}$ )   | 1114.4V |
| Operating Current ( $I_{mp}$ )   | 9.18A   |
| Circuit Voltage ( $V_{oc}$ )     | 1321.6V |
| Circuit Current ( $I_{sc}$ )     | 9.75A   |

**Tabla 11. Datos eléctricos de la primera combinación de módulos solares**

Para cumplir con estas condiciones se debe de hacer un desembolso económico muy grande, ya que el voltaje de entrada es muy grande. Si embargo, podemos obtener otros datos con otra combinación que estudiaremos a continuación.

A continuación, la segunda combinación: dos series de 14 módulos en paralelo.



**Figura 11. Segunda representación de módulos**

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 365W   |
| Operating Voltage (Vmp)   | 557.2V |
| Operating Current (Imp)   | 18.36A |
| Circuit Voltage (Voc)     | 660.8V |
| Circuit Current (Isc)     | 19.5A  |

**Tabla 12. Datos eléctricos de la segunda combinación de módulos solares**

Para que cumpla estas características hemos elegido el inversor Ingecon 20 TLM (Figura 12).



**Figura 12. Inversor**

A continuación, se comprobará los datos de nuestro string con los datos de la entrada del inversor elegido. En la tabla 13 se observa la comparativa de los datos de salida de mi instalación fotovoltaica y los datos de entrada del inversor.

|                          | Inversor | Combinación módulos |
|--------------------------|----------|---------------------|
| Nominal Max. Power(Pmax) | 20,6KW   | 10,23KW             |
| Operating Voltage (Vmp)  | 200/850V | 557,2V              |
| Operating Current (Imp)  | 30A      | 18,36A              |
| Circuit Voltage (Voc)    | 200/850V | 660,8V              |
| Circuit Current (Isc)    | 30A      | 19,5A               |

**Tabla 13. Comparativa de datos de salida de instalación y entrada de inversor**

Los datos obtenidos de la combinación serie-paralelo de los módulos fotovoltaicos entran en el rango de los valores permitidos de entrada por el inversor. Es por esto que podemos garantizar que el inversor va a tener un buen funcionamiento.

La combinación de serie-paralelo de los módulos fotovoltaicos es necesaria para que los valores de voltaje y corriente estén dentro del rango de entrada del inversor. La conexión en serie aumenta el voltaje y la conexión en paralelo aumenta la intensidad. La conexión en serie-paralelo se utiliza para aumentar tanto el voltaje como la corriente del conjunto.

## 2.10. Inversor

Un inversor solar es necesario en una planta fotovoltaica para convertir la energía producida por los paneles solares en una forma que se pueda utilizar en el hogar o en la empresa. Los paneles solares generan corriente continua, mientras que la mayoría de los electrodomésticos y dispositivos electrónicos utilizan corriente alterna. El inversor convierte la corriente continua en corriente alterna para que pueda ser utilizada por los dispositivos eléctricos. La Figura 13 muestra el inversor Ingecon 20 TLM



**Figura 13. el inversor Ingecon 20 TLM**

Se han considerado varios factores para seleccionar el Inversor, especialmente la venta de excedentes. Es por esto, que el inversor que elijamos debe permitir un flujo en dirección a la red.

Debemos conocer el número de strings que tiene el inversor, aunque la combinación de módulos fotovoltaicos que se prevé usar solo necesita uno. Pero conociendo que el cliente en un futuro es posible que decida aumentar las cámaras frigoríficas debemos prever que necesite más entradas de strings en el inversor.

El inversor que se va a usar, posee cada una de las entradas de string dos MPPT independientes. Los MPPT son unos elementos electrónicos que funcionan variando su impedancia interna para hacer que un módulo fotovoltaico o varios de ellos trabajen en su punto de máxima potencia sin tener en cuenta sus condiciones, siendo así mucho más eficiente la obtención de energía. Este inversor optimizará mucho más su obtención de energía teniendo dos entradas para strings con sus correspondientes MPPT.

El inversor elegido acepta los valores de entrada de nuestra combinación serie-paralelo de nuestros módulos fotovoltaicos, tanto en tensión como en intensidad. De hecho, siendo bastante holgado nuestro margen con respecto a la intensidad y potencia de entrada. Esto se debe a los requisitos mencionados anteriormente por el cliente, es decir, que siga habiendo margen para poder implantar mayor número de módulos fotovoltaicos y de esta manera aumentar la energía obtenida en un futuro.

El inversor presenta una serie de características:

- Sistema MPPT.

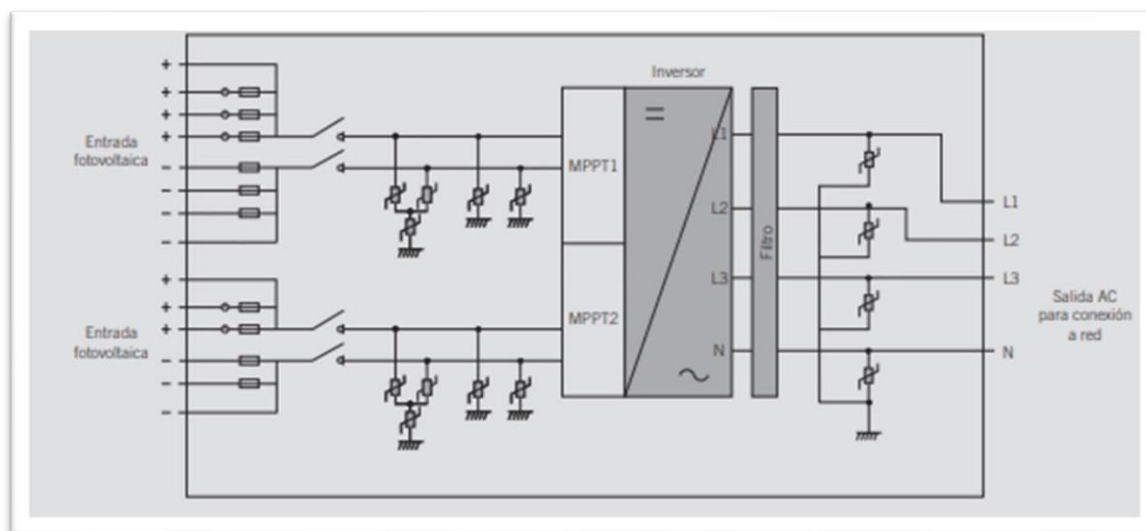
- Entradas digitales.
- Actualización de firmware a través de una tarjeta de memoria SD.
- Software Ingecon para la visualización de parámetros y el registro de datos.
- Pantalla LCD.
- Fácil mantenimiento.
- Apto para instalaciones interiores y exteriores.
- Óptimas prestaciones a altas temperaturas.
- Diseño compacto.

El inversor presenta las siguientes protecciones:

- Polarización inversa.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Sobretensiones AC y DC con descargadores tipo 3.

Es por esta serie de características que se ha elegido el Inversor INGECON 20 TLM. Observando sus características, con el fácil mantenimiento, prestación a altas temperaturas e instalación apta para interiores y exteriores, se prevé una larga vida útil del mismo y un fácil mantenimiento que solo aportará ventajas a la instalación fotovoltaica.

A continuación, se observará en la Figura 14 el esquema eléctrico del inversor. En la Tabla 14 se mostrará las características de entrada del inversor. Y en la Tabla 15 se mostraran los datos de salida del inversor.



**Figura 14. Esquema eléctrico**

| Valores de entrada DC         |                |
|-------------------------------|----------------|
| Rango de Potencia recomendado | 20,6 - 26,8 Kw |
| Rango de tensión MPP1         | 200 - 820 V    |
| Rango de tensión MPP2         | 200 - 820 V    |
| Tensión máxima                | 1000 V         |
| Corriente máxima de entrada   | 30 - 20 A      |
| Entradas con bornas           | 1 / 1          |
| Entradas con conectores FV    | 3 / 2          |
| MPPT                          | 2              |

**Tabla 14. Datos de entrada del inversor**

| Valores de Salida AC                  |             |
|---------------------------------------|-------------|
| Potencia nominal                      | 20 KW       |
| Máxima temperatura a potencia nominal | 55°C        |
| Corriente máxima                      | 29 A        |
| Tensión nominal                       | 400 V       |
| Rango de tensión                      | 187 - 528 V |
| Frecuencia nominal                    | 50 /60 Hz   |
| Tipo de red                           | TT / TN     |
| Factor de Potencia                    | 1           |
| Factor de potencia ajustable          | Si          |
| THD                                   | < 3%        |

**Tabla 15. Datos de salida del inversor**

## 2.11. Cableado

El cableado de la instalación fotovoltaica está dividido en dos partes. La primera parte que corresponde a corriente continua, es la generada por el conjunto de módulos fotovoltaicos. La segunda parte que corresponde a corriente alterna, que es la que se obtiene del inversor, y la que alimenta nuestras cámaras frigoríficas e inyecta a la red.

En primer lugar, estudiaremos la instalación de corriente continua. Para ello se seguirá las pautas que se rigen por la norma UNE-EN 50618:2015 y la norma UNE 21123.

- La instalación requerirá un nivel 2 mínimo que deberá ir recubierto con un nivel de protección IP65, como se recoge en la normativa UNE 21123.
- Los conductores de la parte generadora que transporta corriente continua, deberán ir separados y protegidos acorde con la normativa vigente.
- El conductor deberá tener la longitud precisa para no tener una tirantez ni estreses mecánicos.
- El potencial al que deberá ser sometido el conductor deberá de llevar escrito la tensión asignada, su marca, y año de fabricación.
- Las conexiones entre módulos se harán con un conductor que soporte 1,5KV entre conductores y conductor y tierra.
- Los colores de los conductores serán los normalizados, es decir, rojo para el conductor positivo, negro para el negativo y amarillo y verde para el conductor de tierra.

En segundo lugar, estudiaremos la instalación de corriente alterna. Para ello se seguirá las pautas que se rigen por la norma ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-28 e ITC-BT-40.

- Los conductores de alterna que se verán sometidos a un uso industrial, se les asignará una tensión de 0.6/1Kv.
- Los conductores se dimensionarán de manera que sean capaces de soportar altas temperaturas.
- Los conductores tienen que tener la capacidad de no propagar incendios y en el caso de que así sea, no emitan humos ni gases tóxicos.
- Para que se cumpla lo anterior mencionado, se dará uso de cables libres de halógenos.

## 2.12. Canalizaciones

Para las canalizaciones de conductores de corriente continua, se seguirá la norma UNE-EN 50618:2015. En primer lugar, para el conexionado de los cables que unen entre sí los módulos fotovoltaicos, se usará un cable que presente doble aislamiento. Para la disposición del mismo, se tendrá en cuenta fijarlo a la parte que más lo proteja de inclemencias medioambientales, como podría ser, debajo de los mismos módulos fotovoltaicos. Se fijará con abrazaderas cada 45cm aproximadamente, siempre que las estructuras, y disposición del tejado lo permita.

Una vez los módulos están unidos, debemos de conectarnos desde los mismos módulos al inversor. Esta conexión debe darse bajo los parámetros de la norma UNE-21123. Que establece que este conexionado deberá de ir sobre bandejas destinadas a portar el conductor.

Para las canalizaciones de conductores de alterna, se seguirá la norma ITC-BT-21. Que transportará la energía por un tubo en pared desde el inversor hasta la toma de conexión de nuestra red.

Se deberá de cumplir las condiciones indicadas en las tablas 16 y 17, que dimensionarán el diámetro del tubo y las características de la instalación.

| Característica                                             | Código | Grado                                                                                    |
|------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resistencia a la compresión                                | 4      | Fuerte                                                                                   |
| Resistencia al impacto                                     | 3      | Media                                                                                    |
| Temperatura mínima de instalación y servicio               | 2      | -5°C                                                                                     |
| Temperatura máxima de instalación y servicio               | 1      | +60°C                                                                                    |
| Resistencia al curvado                                     | 1-2    | Rígido/curvable                                                                          |
| Propiedades eléctricas                                     | 1-2    | Continuidad eléctrica/aislante                                                           |
| Resistencia a la penetración de objetos sólidos            | 4      | Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$                                                     |
| Resistencia a la penetración del agua                      | 2      | Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15° |
| Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos | 2      | Protección interior y exterior media                                                     |
| Resistencia a la tracción                                  | 0      | No declarada                                                                             |
| Resistencia a la propagación de la llama                   | 1      | No propagador                                                                            |
| Resistencia a las cargas suspendidas                       | 0      | No declarada                                                                             |

**Tabla 16. Características del tubo de instalación**

| Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> ) | Diámetro exterior de los tubos (mm) |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----|----|----|----|
|                                                                  | Número de conductores               |    |    |    |    |
|                                                                  | 1                                   | 2  | 3  | 4  | 5  |
| 1,5                                                              | 12                                  | 12 | 16 | 16 | 16 |
| 2,5                                                              | 12                                  | 12 | 16 | 16 | 20 |
| 4                                                                | 12                                  | 16 | 20 | 20 | 20 |
| 6                                                                | 12                                  | 16 | 20 | 20 | 25 |
| 10                                                               | 16                                  | 20 | 25 | 32 | 32 |
| 16                                                               | 16                                  | 25 | 32 | 32 | 32 |
| 25                                                               | 20                                  | 32 | 32 | 40 | 40 |
| 35                                                               | 25                                  | 32 | 40 | 40 | 50 |
| 50                                                               | 25                                  | 40 | 50 | 50 | 50 |
| 70                                                               | 32                                  | 40 | 50 | 63 | 63 |
| 95                                                               | 32                                  | 50 | 63 | 63 | 75 |
| 120                                                              | 40                                  | 50 | 63 | 75 | 75 |
| 150                                                              | 40                                  | 63 | 75 | 75 | -- |
| 185                                                              | 50                                  | 63 | 75 | -- | -- |
| 240                                                              | 50                                  | 75 | -- | -- | -- |

**Tabla 17. Sección del tubo de instalación**

### 2.13 Puestas a tierra

La puesta a tierra en una instalación fotovoltaica es importante para prevenir accidentes eléctricos y proteger los equipos eléctricos y los alrededores. La puesta a tierra enlaza una instalación con la tierra, lo que permite que la energía dañina fluya hacia el terreno en caso de corriente de fuga o descarga de origen atmosférico, como puede ser un rayo. La puesta a tierra también ayuda a prevenir distintos escenarios en los que puede haber accidentes.

La intencionalidad de la instalación de la puesta a tierra, es la protección de las personas contra las derivaciones. Esto se lleva a cabo, uniando todos los elementos metálicos del sistema y disponerlos de manera equipotencial.

La instalación de puesta a tierra, debe ser independiente al conductor del neutro, y disponer de una separación galvanizada entre partes de corriente continua y corriente alterna. Todo esto se recoge en el artículo 15 de RD 1699/2011 y la ITC BT-40.

Para el cálculo de la sección de los conductores se calcula con la tabla 2 de la ITC BT-18 (Tabla 18).

| Sección de los conductores de fase de la instalación<br>$S$ (mm <sup>2</sup> ) | Sección mínima de los conductores de protección<br>$S_p$ (mm <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| $S \leq 16$                                                                    | $S_p = S$                                                                   |
| $16 < S \leq 35$                                                               | $S_p = 16$                                                                  |
| $S > 35$                                                                       | $S_p = S/2$                                                                 |

**Tabla 18. Sección de conductor de tierras**

En nuestro caso, establecemos que la sección mínima deberá de ser de 4 mm<sup>2</sup>.

## 2.14 Protecciones

La corriente alterna (CA) y la corriente continua (CC) son dos tipos de corriente eléctrica que se diferencian en la forma en que los electrones se mueven dentro del material. La corriente continua se mueve en un solo sentido mientras que la corriente alterna se va alternando dos sentidos.

Las protecciones eléctricas para corriente alterna y corriente continua también difieren en su forma de operar. La corriente alterna se caracteriza por ser de naturaleza senoidal y su forma de onda presenta variaciones de su valor a lo largo del tiempo incluso presentándose cruces por cero amperios, esta característica hace que la energía que se pretende mitigar al momento en el que opera una protección AC sea oportunamente extinguida en los puntos de baja energía. Por el contrario, la corriente continua presenta un valor constante de forma que extinguir el arco eléctrico ante la apertura de una protección DC se hará siempre bajo una condición de alta energía.

Otras protecciones con las que cuenta la instalación en cuestión son los fusibles al final de cada string, en concreto, se coloca uno en cada uno de los conductores, es decir, uno en cada polo. Para corriente alterna, se dispondrá un interruptor automático de corte y un interruptor diferencial toroidal.

## 2.15 Bibliografía

- Las energías renovables en la producción de electricidad en España. Edición: -. Autor: Espejo Marín, Cayetano. Editorial: Murcia : Caja Rural Regional, 2006
- Energía solar fotovoltaica. Edición: 2ª ed.. Autor: Méndez Muñiz, Javier María. Editorial: Madrid: Fundación Confemetal, 2007.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión. ITC- BT-52. Ministerio de industria, comercio y turismo.

### **3 ANEXOS**

### 3.1 Cálculo de Cableado

Como se reflejó con anterioridad, los cálculos de cableado se dividirán en dos partes: la parte de corriente continua que es la que se da en la parte generadora; y la parte de alterna, que da alimentación a las cámaras frigoríficas.

#### 3.1.1 Corriente continua

Para este estudio, consultaremos el REIBT y la ITC-BT-19. El tipo de instalación es tipo B, es decir, “conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra”. Más en concreto se usarán dos conductores unipolares con doble aislamiento “XLPE”, como podría ser un modelo similar al PV ZZ-F de cobre, sus datos se verán en la Tabla 19.

Para realizar los cálculos hemos seleccionado la conductividad de cobre de 90°C, y una tolerancia para la caída de tensión de valor máximo según la IDAE de 1%.

| Datos de cableado   |                       |
|---------------------|-----------------------|
| Tipo de instalación | B                     |
| Cu(90°C)            | 44 m/Ωmm <sup>2</sup> |
| % Tolerancia        | 1 %                   |
| Potencia            | 10,23 Kw              |
| Voc                 | 557,2 V               |
| Longitud cable CC   | 12,87 m               |
| e= 1% de Voc        | 5,57 V                |

**Tabla 19. Datos del conductor de CC**

A continuación, estudio de comprobación por Intensidad:

I=Intensidad

P=Potencia

V=Tensión

$$I = \frac{P}{V} = \frac{10.230}{557,2};$$

$$I = 18,36A ;$$

$$I = 18,36 A , \text{ Corresponde a } = 1,5mm^2 ;$$

A continuación, estudio de Caída de Tensión:

S=Sección

P=Potencia

L=Longitud de cable

C= Coeficiente de Cobre

V= Voltaje

E= Porcentaje de tensión

$$S = \frac{P \times L \times 2}{c \times v \times e} = \frac{10.230 \times 12,87 \times 2}{44 \times 557,2 \times 5,57} ;$$

$$S = 1,92mm^2 ; \text{ El inmediatamente superior es } = 2,5mm^2 ;$$

A continuación, estudio de Comprobación por tolerancia:

$$e = \frac{P \times L \times 2}{c \times v \times S} = \frac{10.230 \times 12,87 \times 2}{44 \times 557,2 \times 2,5} ;$$

$$e = 4,29V ; \text{ Que corresponde con } = 0,77\% < 1\% , \text{ por lo que sí cumple.}$$

A continuación comprobamos valores en la tabla siguiente, extraída de la normativa, donde comprobaremos según nuestro tipo de instalación y conductores, que sección le corresponde (Figura 15).

|    |                                                                                    |                                                                                                             |                 |        |        |               |               |               |               |                      |                             |               |     |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|-----------------------------|---------------|-----|-----|
| A  |   | Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes                                               |                 | 3x PVC | 2x PVC |               | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |                      |                             |               |     |     |
| A2 |   | Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes                                            | 3x PVC          | 2x PVC |        | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |               |                      |                             |               |     |     |
| B  |   | Conductores aislados en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra                     |                 |        |        | 3x PVC        | 2x PVC        |               | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR        |                             |               |     |     |
| B2 |   | Cables multiconductores en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra                  |                 |        | 3x PVC | 2x PVC        |               | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |                      |                             |               |     |     |
| C  |   | Cables multiconductores directamente sobre la pared <sup>3)</sup>                                           |                 |        |        |               | 3x PVC        | 2x PVC        | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR        |                             |               |     |     |
| E  |   | Cables multiconductores al aire libre <sup>2)</sup> . Distancia a la pared no inferior a 0.3D <sup>3)</sup> |                 |        |        |               | 3x PVC        |               | 2x PVC        | 3x XLPE o EPR        | 2x XLPE o EPR               |               |     |     |
| F  |   | Cables unipolares en contacto mutuo <sup>4)</sup> . Distancia a la pared no inferior a D <sup>3)</sup>      |                 |        |        |               |               | 3x PVC        |               |                      | 3x XLPE o EPR <sup>1)</sup> |               |     |     |
| G  |  | Cables unipolares separados mínimo D <sup>3)</sup>                                                          |                 |        |        |               |               |               |               | 3x PVC <sup>1)</sup> |                             | 3x XLPE o EPR |     |     |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | mm <sup>2</sup> | 1      | 2      | 3             | 4             | 5             | 6             | 7                    | 8                           | 9             | 10  | 11  |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 1.6             | 11     | 11.4   | 13            | 13.8          | 15            | 16            | 17                   | 18                          | 19            | 24  | -   |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 2.5             | 15     | 16     | 17.5          | 18.5          | 21            | 22            | -                    | 25                          | 29            | 33  | -   |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 4               | 20     | 21     | 23            | 24            | 27            | 30            | -                    | 34                          | 38            | 45  | -   |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 6               | 25     | 27     | 30            | 32            | 36            | 37            | -                    | 44                          | 49            | 57  | -   |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 10              | 34     | 37     | 40            | 44            | 50            | 52            | -                    | 60                          | 68            | 76  | -   |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 16              | 45     | 49     | 54            | 59            | 66            | 70            | -                    | 80                          | 91            | 105 | -   |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 25              | 59     | 64     | 70            | 77            | 84            | 88            | 96                   | 106                         | 116           | 123 | 166 |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 35              |        | 77     | 86            | 96            | 104           | 110           | 119                  | 131                         | 144           | 154 | 206 |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 50              |        | 94     | 103           | 117           | 125           | 133           | 145                  | 159                         | 175           | 188 | 250 |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 70              |        |        |               | 149           | 160           | 171           | 188                  | 202                         | 224           | 244 | 321 |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 95              |        |        |               | 180           | 194           | 207           | 230                  | 245                         | 271           | 296 | 391 |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 120             |        |        |               | 208           | 225           | 240           | 267                  | 284                         | 314           | 348 | 455 |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 150             |        |        |               | 236           | 260           | 278           | 310                  | 338                         | 363           | 404 | 525 |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 185             |        |        |               | 268           | 297           | 317           | 354                  | 386                         | 415           | 464 | 601 |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 240             |        |        |               | 315           | 350           | 374           | 419                  | 455                         | 490           | 552 | 711 |
|    |                                                                                    |                                                                                                             | 300             |        |        |               | 360           | 404           | 423           | 484                  | 524                         | 565           | 640 | 821 |

Cobre

**Figura 15. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento**

Es por esto, que el conductor elegido para que cumpla las condiciones necesarias, es de 2,5mm<sup>2</sup>. Sin embargo, la sección de cable que usaremos será 4mm<sup>2</sup>, ya que es el recomendado por el fabricante.

### 3.1.2. Corriente alterna

En este caso, para el cálculo del cableado, tendremos en cuenta que también es una instalación tipo "B", donde alimenta las cámaras frigoríficas tres conductores con recubrimiento "XLPE", sus características de muestran en la Tabla 20.

| Datos de cableado   |                       |
|---------------------|-----------------------|
| Tipo de instalación | B                     |
| Cu(70°C)            | 48 m/Ωmm <sup>2</sup> |
| % Tolerancia        | 1 %                   |
| Potencia            | 20 Kw                 |
| Voc                 | 400 V                 |
| Longitud cable CC   | 8 m                   |
| e= 1% de Voc        | 1,5 V                 |

**Tabla 20. Características de conductor de CA**

A continuación, estudio de comprobación por Intensidad:

I= Intensidad

P=Potencia

V= Tensión

ALPHA= Factor de potencia

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times fdp} = \frac{20.000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.9};$$

$$I = 32.11A, \text{ Se corresponde } 4mm^2.$$

A continuación, estudio de caída de Tensión:

S=Sección

P=Potencia

L=Longitud de cable

C= Coeficiente de Cobre

V= Voltaje

E= Porcentaje de tensión

$$S = \frac{P \times L}{c \times V \times 1,5\%} = \frac{160.000}{48 \times 400 \times 6};$$

$S = 1.38 \text{ mm}^2$ ; Se corresponde 1.5 mm<sup>2</sup>.

A continuación, estudio de comprobación por tolerancia:

$$e = \frac{P \times L}{c \times V \times S} = \frac{160.000}{48 \times 400 \times 1,5};$$

$$e = 2.01V < 1,5\%.$$

A continuación comprobamos valores en la tabla siguiente, extraída de la normativa, donde comprobaremos según nuestro tipo de instalación y conductores, que sección le corresponde (Figura 16).

|       |  |                                                                                                           |                 |        |        |        |               |               |               |               |                      |                             |               |     |
|-------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|-----------------------------|---------------|-----|
| A     |  | Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes                                             |                 | 3x PVC | 2x PVC |        | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |               |                      |                             |               |     |
| A2    |  | Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes                                          |                 | 3x PVC | 2x PVC |        | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |               |               |                      |                             |               |     |
| B     |  | Conductores aislados en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra                   |                 |        |        |        | 3x PVC        | 2x PVC        |               | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR        |                             |               |     |
| B2    |  | Cables multiconductores en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra                |                 |        |        | 3x PVC | 2x PVC        |               | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR |                      |                             |               |     |
| C     |  | Cables multiconductores directamente sobre la pared <sup>1)</sup>                                         |                 |        |        |        | 3x PVC        | 2x PVC        |               | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR        |                             |               |     |
| E     |  | Cables multiconductores al aire libre <sup>2)</sup> Distancia a la pared no inferior a 0.3D <sup>3)</sup> |                 |        |        |        |               | 3x PVC        |               | 2x PVC        | 3x XLPE o EPR        | 2x XLPE o EPR               |               |     |
| F     |  | Cables unipolares en contacto mutuo <sup>4)</sup> Distancia a la pared no inferior a D <sup>5)</sup>      |                 |        |        |        |               |               | 3x PVC        |               |                      | 3x XLPE o EPR <sup>1)</sup> |               |     |
| G     |  | Cables unipolares separados mínimo D <sup>5)</sup>                                                        |                 |        |        |        |               |               |               |               | 3x PVC <sup>1)</sup> |                             | 3x XLPE o EPR |     |
|       |  |                                                                                                           | mm <sup>2</sup> | 1      | 2      | 3      | 4             | 5             | 6             | 7             | 8                    | 9                           | 10            | 11  |
|       |  |                                                                                                           | 1,5             | 11     | 11,5   | 13     | 13,5          | 15            | 16            | -             | 18                   | 21                          | 24            | -   |
|       |  |                                                                                                           | 2,5             | 15     | 16     | 17,5   | 18,5          | 21            | 22            | -             | 25                   | 29                          | 33            | -   |
|       |  |                                                                                                           | 4               | 20     | 21     | 23     | 24            | 27            | 30            | -             | 34                   | 38                          | 45            | -   |
|       |  |                                                                                                           | 10              | 34     | 37     | 40     | 44            | 50            | 52            | -             | 60                   | 68                          | 76            | -   |
|       |  |                                                                                                           | 16              | 45     | 49     | 54     | 59            | 66            | 70            | -             | 80                   | 91                          | 105           | -   |
|       |  |                                                                                                           | 25              | 59     | 64     | 70     | 77            | 84            | 88            | 96            | 106                  | 116                         | 123           | 166 |
|       |  |                                                                                                           | 35              |        | 77     | 86     | 96            | 104           | 110           | 119           | 131                  | 144                         | 154           | 206 |
|       |  |                                                                                                           | 50              |        | 94     | 103    | 117           | 125           | 133           | 145           | 159                  | 175                         | 188           | 250 |
|       |  |                                                                                                           | 70              |        |        |        | 149           | 160           | 171           | 188           | 202                  | 224                         | 244           | 321 |
|       |  |                                                                                                           | 95              |        |        |        | 180           | 194           | 207           | 230           | 245                  | 271                         | 296           | 391 |
|       |  |                                                                                                           | 120             |        |        |        | 208           | 225           | 240           | 267           | 284                  | 314                         | 348           | 455 |
|       |  |                                                                                                           | 150             |        |        |        | 236           | 260           | 278           | 310           | 338                  | 363                         | 404           | 525 |
|       |  |                                                                                                           | 185             |        |        |        | 268           | 297           | 317           | 354           | 386                  | 415                         | 464           | 601 |
|       |  |                                                                                                           | 240             |        |        |        | 315           | 350           | 374           | 419           | 455                  | 490                         | 552           | 711 |
|       |  |                                                                                                           | 300             |        |        |        | 360           | 404           | 423           | 484           | 524                  | 565                         | 640           | 821 |
| Cobre |  |                                                                                                           |                 |        |        |        |               |               |               |               |                      |                             |               |     |

Figura 16. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

Como podemos observar, la sección más restrictiva, es obtenida por comprobación por intensidad, lo que nos indica que necesitamos una sección de 4 mm<sup>2</sup>.

### 3.2 Cálculo de Protecciones

Como se indicó anteriormente, la instalación consta de dos partes principales, siendo la primera la parte de corriente continua, y la segunda de corriente alterna. De esta manera, el estudio que realizaremos de las protecciones eléctricas seguirá el mismo esquema.

#### 3.2.1. Corriente continua:

En corriente continua la protección que vamos a instalar en nuestra instalación son fusibles. Para el cálculo, vamos a estudiar los string de manera individual, aunque en nuestro caso solo estudiaremos uno, ya que son idénticos, estando este compuesto por catorce módulos fotovoltaicos conectados en serie. Este procedimiento se realiza para saber que intensidad dañaría la instalación y a partir de que valor deberemos instalar un fusible para cada polo, de un valor de intensidad u otro.

Para el cálculo de fusibles deberemos seguir dos condiciones:

$I_b$ = Intensidad de cálculo de circuito

$I_n$ = Intensidad del dispositivo de protección

$I_z$ =Intensidad máxima del conductor

$I_f$ = Intensidad que asegura el funcionamiento del circuito en un largo periodo de tiempo

Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_b = 19,5A$$

$$I_n = 20A$$

$$I_z = 29A$$

$$19,5 \leq 20 \leq 29$$

– Condición 2:

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

$$I_f = 1,6 \times 19,5 = 31,2A$$

$$I_z = 29 \times 1,45 = 42,05A$$

$$31,2 \leq 42,05$$

Cumple las dos condiciones. Para esto, debemos de instalar dos fusibles por string de 20A, cada uno de los fusibles por polo.

### 3.2.2. Corriente alterna:

Esta parte de protecciones, es la instalada desde la salida del inversor, hasta el cuadro principal, para que la instalación tenga su protección propia y la capacidad de operar de manera independiente desde el cuadro principal.

Para el cálculo de interruptor automático, se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

$$I_{ccMax} \leq \text{Poder de corte.}$$

$$I_{fusión(5s)} \leq I_{ccMin.}$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

En primer lugar, vamos a tener en cuenta el  $I_{ccMax} = 5KA$ . Y como el cable que va desde el inversor al cuadro es ínfimo, tomaremos el mismo valor para  $I_{ccMin}$ .

$I_b$ = Intensidad de cálculo de circuito

$I_n$ = Intensidad del dispositivo de protección

$I_z$ =Intensidad máxima del conductor

$I_f$ = Intensidad que asegura el funcionamiento del circuito en un largo periodo de tiempo

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_b = 25,55A$$

$$I_n = 32A$$

$$I_z = 37A$$

$$25,55 \leq 32 \leq 37$$

Como podemos observar, el interruptor automático cumple con la condición de intensidades es un interruptor de 32A(tetrapolar). Para completar la parte de protección, se instalará un interruptor diferencial de 40A y 30mA.

### 3.2.3. Puestas a tierra:

Para la puesta a tierra se tendrá en cuenta la ITC-BT-18, de donde obtendremos los datos, como la tensión máxima de contacto o la resistencia de tierra a considerar para el cálculo de nuestra puesta a tierra. En primer lugar, hay que tener en cuenta que la tensión máxima de contacto será de 50V. En segundo lugar, del reglamento electrotécnico de baja tensión obtenemos que la resistencia a tomar de la tierra, de los edificios que no estén provistos de pararrayos es de  $37\Omega$ .

Otros parámetros a tener en cuenta es que la distancia desde nuestra tierra a la tierra del centro de transformación es notablemente superior a la mínima, es por esto que la damos como válida con respecto al centro de transformación.

Por último se considerará que la resistividad del terreno es de  $200\Omega m$  y que la  $I_d$ (intensidad de defecto de la distribuidora)=300A.

A continuación, para realizar los cálculos tendremos en cuenta un electrodo de 2x2 con picas de 2m de longitud.

$K_r$  = Distancia mínima entre conductores

$D$ = Distancia mínima entre nuestra tierra y el servicio ya instalado

$$K_r = \frac{R_t}{\rho}; K_r = \frac{37\Omega}{200\Omega m}; K_r < 0,74m$$

$$D = \frac{\rho \times Id}{2 \times \pi \times U}; D = \frac{200 \times 300}{2 \times \pi \times 1000}; D = 9,54m$$

Podemos determinar, que la distancia mínima entre la tierra de protección y la del servicio y existente deberá ser mínimamente de 9,54m.

### 3.3 Rentabilidad económica

Para el estudio económico del proyecto (Tabla 21) se van a tener en cuenta una serie de parámetros que explicaremos a continuación.

- El ahorro anual, que se calculó en la memoria técnica.
- El aumento del precio de la electricidad estimado de un 4.5% anual, con lo que cada año nos ahorraremos más dinero.
- Un aumento del 2% anual del coste de mantenimiento de la instalación.

El estudio económico se va a desarrollar a lo largo de 25 años, ya que es lo que se estima para saber si un proyecto industrial es rentable o no.

| Año | Pago instalación | Ahorro      | Mantenimiento | Cash Flow   | Balance      |
|-----|------------------|-------------|---------------|-------------|--------------|
| 0   |                  |             |               |             | -16368,39    |
| 1   | -16368,39        | 2439,3096   | 50            | 2389,3096   | -13879,0804  |
| 2   |                  | 2561,27508  | 51            | 2510,27508  | -11368,80532 |
| 3   |                  | 2689,338834 | 52,02         | 2637,318834 | -8731,486486 |
| 4   |                  | 2823,805776 | 53,0604       | 2770,745376 | -5960,74111  |
| 5   |                  | 2964,996064 | 55,182816     | 2909,813248 | -3050,927862 |
| 6   |                  | 3113,245868 | 56,28647232   | 3056,959395 | 6,031533574  |
| 7   |                  | 3268,908161 | 58,53793121   | 3210,37023  | 3216,401763  |
| 8   |                  | 3432,353569 | 59,70868984   | 3372,644879 | 6589,046643  |
| 9   |                  | 3603,971248 | 62,09703743   | 3541,87421  | 10130,92085  |
| 10  |                  | 3784,16981  | 63,33897818   | 3720,830832 | 13851,75168  |
| 11  |                  | 3973,3783   | 65,87253731   | 3907,505763 | 17759,25745  |

|    |  |             |             |             |             |
|----|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 12 |  | 4172,047216 | 67,18998805 | 4104,857227 | 21864,11468 |
| 13 |  | 4380,649576 | 69,87758757 | 4310,771989 | 26174,88666 |
| 14 |  | 4599,682055 | 71,27513933 | 4528,406916 | 30703,29358 |
| 15 |  | 4829,666158 | 74,1261449  | 4755,540013 | 35458,83359 |
| 16 |  | 5071,149466 | 75,6086678  | 4995,540798 | 40454,37439 |
| 17 |  | 5324,706939 | 78,63301451 | 5246,073925 | 45700,44832 |
| 18 |  | 5590,942286 | 80,2056748  | 5510,736611 | 51211,18493 |
| 19 |  | 5870,4894   | 83,41390179 | 5787,075498 | 56998,26042 |
| 20 |  | 6164,01387  | 85,08217983 | 6078,93169  | 63077,19212 |
| 21 |  | 6472,214564 | 88,48546702 | 6383,729097 | 69460,92121 |
| 22 |  | 6795,825292 | 90,25517636 | 6705,570116 | 76166,49133 |
| 23 |  | 7135,616557 | 93,86538341 | 7041,751173 | 83208,2425  |
| 24 |  | 7492,397384 | 95,74269108 | 7396,654693 | 90604,89719 |
| 25 |  | 7867,017254 | 99,57239873 | 7767,444855 | 98372,34205 |

**Tabla 21. Rentabilidad económica**

Para averiguar la tasa de rendimiento lo haremos calculando el TIR, al cual nos muestra el siguiente resultado: TIR= 9%

### 3.4 Hoja de características

En este apartado se recogen las fichas técnicas de los elementos esenciales para la instalación fotovoltaica: módulo solar, inversor, estructura, interruptor automático, interruptor diferencial y cableado.





**KuDymond**  
**HIGH EFFICIENCY POLY MODULE**  
**CS3U-355 | 360 | 365 | 370P-AG**  
**(1000 V / 1500 V)**

**MORE POWER**

-  Low power loss in cell connection
-  Low NMOT:  $42 \pm 3^\circ\text{C}$   
Low temperature coefficient (Pmax):  $-0.36\% / ^\circ\text{C}$
-  Better shading tolerance

**MORE RELIABLE**

-  Lower hot spot temperature
-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 8100 Pa,  
wind load up to 4000 Pa\*

\*Transparent doubleglass module can be provided upon request.

30  
years

linear power output warranty\*

12  
years

enhanced product warranty on materials and workmanship\*

\*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

**MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES**

ISO 9001:2015 / Quality management system  
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system  
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

**PRODUCT CERTIFICATES\***

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS  
UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS  
Take-e-way







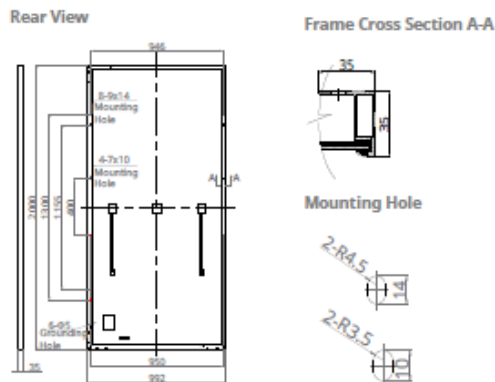
\* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

**CANADIAN SOLAR INC.** is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance / price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 40 GW deployed around the world since 2001.

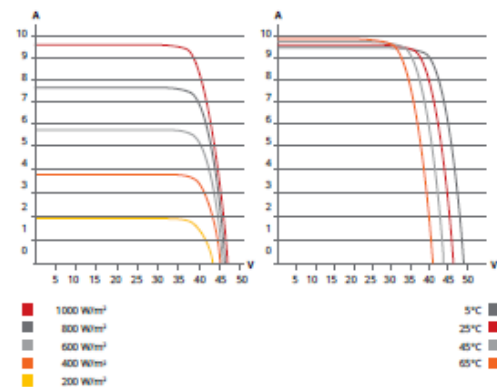
\* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

**CANADIAN SOLAR INC.**  
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, [www.canadiansolar.com](http://www.canadiansolar.com), [support@canadiansolar.com](mailto:support@canadiansolar.com)

## ENGINEERING DRAWING (mm)



## CS3U-365P-AG / I-V CURVES



## ELECTRICAL DATA | STC\*

| CS3U                                      | 355P-AG                                | 360P-AG | 365P-AG | 370P-AG |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|---------|---------|---------|
| Nominal Max. Power (P <sub>max</sub> )    | 355 W                                  | 360 W   | 365 W   | 370 W   |
| Opt. Operating Voltage (V <sub>mp</sub> ) | 39.4 V                                 | 39.6 V  | 39.8 V  | 40.0 V  |
| Opt. Operating Current (I <sub>mp</sub> ) | 9.02 A                                 | 9.10 A  | 9.18 A  | 9.26 A  |
| Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )   | 46.8 V                                 | 47.0 V  | 47.2 V  | 47.4 V  |
| Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )  | 9.59 A                                 | 9.67 A  | 9.75 A  | 9.83 A  |
| Module Efficiency                         | 17.9%                                  | 18.2%   | 18.4%   | 18.7%   |
| Operating Temperature                     | -40°C ~ +85°C                          |         |         |         |
| Max. System Voltage                       | 1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)       |         |         |         |
| Module Fire Performance                   | TYPE 3 (UL 1703) or Class C (IEC61730) |         |         |         |
| Max. Series Fuse Rating                   | 30 A                                   |         |         |         |
| Application Classification                | Class A                                |         |         |         |
| Power Tolerance                           | 0 ~ +10 W                              |         |         |         |

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

## ELECTRICAL DATA | NMOT\*

| CS3U                                      | 355P-AG | 360P-AG | 365P-AG | 370P-AG |
|-------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Nominal Max. Power (P <sub>max</sub> )    | 264 W   | 268 W   | 272 W   | 276 W   |
| Opt. Operating Voltage (V <sub>mp</sub> ) | 36.7 V  | 36.9 V  | 37.0 V  | 37.2 V  |
| Opt. Operating Current (I <sub>mp</sub> ) | 7.21 A  | 7.27 A  | 7.34 A  | 7.40 A  |
| Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )   | 44.0 V  | 44.1 V  | 44.3 V  | 44.5 V  |
| Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )  | 7.74 A  | 7.80 A  | 7.87 A  | 7.93 A  |

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

## MECHANICAL DATA

| Specification                      | Data                                                                                                                          |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cell Type                          | Poly-crystalline                                                                                                              |
| Cell Arrangement                   | 144 [2X (12 X 6)]                                                                                                             |
| Dimensions                         | 2000 X 992 X 35 mm<br>(78.7 X 39.1 X 1.38 in)                                                                                 |
| Weight                             | 26.5 kg (58.4 lbs)                                                                                                            |
| Front / Back Glass                 | 2.0 mm heat strengthened glass                                                                                                |
| Frame                              | Anodized aluminium alloy                                                                                                      |
| J-Box                              | IP68, 3 bypass diodes                                                                                                         |
| Cable                              | 4 mm <sup>2</sup> (IEC), 12 AWG (UL)                                                                                          |
| Cable Length (Including Connector) | Portrait: 400 mm (15.7 in) (+) / 280 mm (11.0 in) (-); landscape: 1250 mm (49.2 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)* |
| Connector                          | T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2                                                                                               |
| Per Pallet                         | 30 pieces                                                                                                                     |
| Per Container (40' HQ)             | 660 pieces                                                                                                                    |

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

## TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification                               | Data         |
|---------------------------------------------|--------------|
| Temperature Coefficient (P <sub>max</sub> ) | -0.36 % / °C |
| Temperature Coefficient (V <sub>oc</sub> )  | -0.28 % / °C |
| Temperature Coefficient (I <sub>sc</sub> )  | 0.05 % / °C  |
| Nominal Module Operating Temperature        | 42 ± 3°C     |

## PARTNER SECTION



\* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustments to the information described herein at any time without further notice. Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

**CANADIAN SOLAR INC.**  
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, [www.canadiansolar.com](http://www.canadiansolar.com), [support@canadiansolar.com](mailto:support@canadiansolar.com)

May, 2020. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V5.61\_EN

**INGECON**

**SUN**

3Play  
Serie TL M

## 20TL M / 33TL M / 40TL M480

**LA MÁXIMA  
EFICIENCIA CON  
TECNOLOGÍA  
TRIFÁSICA  
MULTI-MPPT**

Familia de inversores trifásicos multi-string para uso doméstico, industrial y en instalaciones fotovoltaicas de campo.

### **Máxima eficiencia con dos entradas MPPT independientes**

Única etapa de potencia con un avanzado sistema de seguimiento del punto de potencia máxima (MPPT), que permite extraer la máxima energía del campo FV incluso en situaciones difíciles como las de nubosidad variable y sombreados parciales. Gran flexibilidad para configurar el campo fotovoltaico gracias al amplio rango de tensión de entrada de su doble sistema de seguimiento MPPT. Posibilita configuraciones asimétricas.

### **Tecnología Plug & Play**

Muy fáciles de instalar. La conexión del inversor a la instalación se realiza de manera rápida y sencilla. Permite adecuar fácilmente la configuración e idioma del inversor a cada país desde la pantalla del propio inversor.

### **Diseño robusto**

Envoltorio de acero especialmente diseñada para su instalación en interior y exterior (IP65). Soporta temperaturas extremas. Su diseño, junto con las pruebas de estrés a las que son sometidos, les permite alcanzar una vida útil de más de 20 años.

### **Fácil mantenimiento**

Datalogger interno para almacenamiento de datos hasta 3 meses. Control desde un PC remoto o *in situ* desde el teclado del frontal del inversor a través de la pantalla LCD. LEDs indicadores de estado y alarmas.

### **Fácil de manejar**

Los inversores INGECON® SUN 3Play TL M presentan una pantalla LCD para monitorizar el estado del inversor y sus variables internas de manera sencilla. El display también dispone de tres LEDs para indicar el estado de operación del inversor. Todo ello facilita las tareas de mantenimiento.

### **Software incluido**

Incluyen sin coste las aplicaciones INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor y su versión para smartphone iSUN Monitor para la monitorización y registro de datos del inversor a través de Internet. Comunicaciones RS-485 incluidas de serie. Además, el usuario puede descargar desde la web [www.ingeteam.com](http://www.ingeteam.com) la última versión del firmware del inversor, y actualizarlo utilizando una simple tarjeta de memoria SD.

**Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años**



[www.ingeteam.com](http://www.ingeteam.com)  
[solar.energy@ingeteam.com](mailto:solar.energy@ingeteam.com)

**Ingeteam**

INGECON

SUN

3Play Serie TL M

## 20TL M / 33TL M / 40TL M480

Todos los modelos incluyen descargadores tipo 3 DC y AC, fusibles DC, medición de las corrientes de entrada, seccionador DC y descargadores DC tipo 2. Además, incluyen dos opciones de conexión DC: bornas y conectores rápidos (excepto los modelos de 33 kW y 40 kW).

### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Sistema MPPT.
- Eficiencia máxima 98,5 %.
- Entradas digitales.
- Comunicaciones RS-485 de serie.
- Actualización de firmware a través de una tarjeta de memoria SD.
- Software INGECON® SUN Manager para la visualización de parámetros y el registro de datos de la planta.
- Visualización de datos de la planta mediante el software INGECON® SUN Monitor.
- Pantalla LCD.
- Fácil mantenimiento.
- Contacto libre de potencial configurable desde el display para indicar fallo de aislamiento o conexión a red.
- Solución Plug & Play.
- Apto para instalaciones interiores y exteriores (IP65).
- Óptimas prestaciones a altas temperaturas.
- Diseño compacto.
- Idioma, Código de país y tensión nominal configurables por display.

### PROTECCIONES

- Polarización Inversa.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-Isa con desconexión automática.
- Fallo de aislamiento.
- Sobretensiones DC y AC con descargadores tipo III.

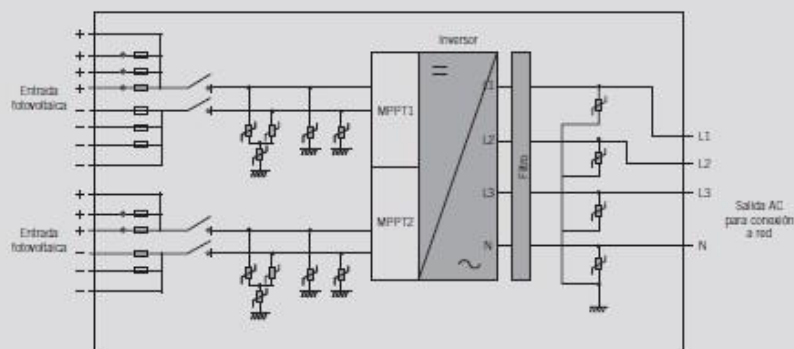
### ACCESORIOS OPCIONALES

- Comunicación entre inversores mediante Ethernet, GSM / GPRS o Wi-Fi. Disponible también una segunda tarjeta de comunicación RS-485.
- Kit de autoconsumo.
- INGECON® SUN EMS Board.

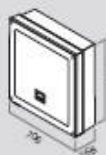
### VENTAJAS

- Mayor rendimiento gracias al sistema MPPT.
- Mantenimiento sencillo.
- Larga vida útil del inversor.

### 3Play TL M (20 kW)



### Dimensiones y peso (mm)



20TL M  
57,8 kg.  
33TL M / 40TL M480  
62,5 kg.

Ingeteam

INGECON

SUN

3Play Serie TL M

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 20TL M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 33TL M                           | 40TL M480                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Valores de Entrada (DC)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                  |
| Rango pot. campo FV recomendado <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 20,6 - 26,8 kW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 34 - 45 kW                       | 41,2 - 53,6 kW                   |
| Rango de tensión MPPT <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 200 - 820 V                      |                                  |
| Rango de tensión MPPT <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 200 - 820 V                      |                                  |
| Tensión máxima <sup>3)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.000 V                          |                                  |
| Corriente máxima (Entrada 1 / Entrada 2) <sup>4)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 30 / 20 A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 40 / 40 A                        | 40 / 40 A                        |
| Entradas con bornas (Entrada 1 / Entrada 2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1 / 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -                                | -                                |
| Entradas con conectores fotovoltaicos (Entrada 1 / Entrada 2) <sup>5)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3 / 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5 / 5                            | 5 / 5                            |
| MPPT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                  |
| <b>Valores de Salida (AC)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                  |
| Potencia nominal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 20 kW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 33 kW                            | 40 kW                            |
| Máxima temperatura a potencia nominal <sup>6)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 55 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 51 °C                            | 51 °C                            |
| Corriente máxima                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 29 A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 48 A                             | 48 A                             |
| Tensión nominal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 400 V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 400 V                            | 480 V                            |
| Rango de tensión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 187 - 528 V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 304 - 528 V                      | 304 - 528 V                      |
| Frecuencia nominal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 50 / 60 Hz                       |                                  |
| Tipo de red <sup>7)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | TT / TN                          |                                  |
| Factor de Potencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                  |
| Factor de Potencia ajustable <sup>8)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SI, Smdc=20 kVA;<br>Qmax=20 kVAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SI, Smdc=33 kVA;<br>Qmax=20 kVAR | SI, Smdc=40 kVA;<br>Qmax=24 kVAR |
| THD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <3 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                  |
| <b>Rendimiento</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                  |
| Eficiencia máxima                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 98,5 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                  |
| Euroeficiencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 98,3 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                                  |
| <b>Datos Generales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                  |
| Sistema de refrigeración                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ventilación forzada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                  |
| Caudal de aire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 200 m³/h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 400 m³/h                         | 400 m³/h                         |
| Consumo en stand-by <sup>9)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10 W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                  |
| Consumo nocturno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1 W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |                                  |
| Temperatura de funcionamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -25 °C a 65 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                  |
| Humedad relativa (sin condensación)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0 - 100 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                  |
| Grado de protección                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | IP65                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                  |
| Marcado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                  |
| Normativa EMC y de seguridad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC 62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                                  |
| Normativa de conexión a red                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RD1699/2011, DIN V VDE V 0126-1-1, EN 50438, CEI 0-16 Ed. III, CEI 0-21, VDE-AR-N 4105:2011-08, G59/2, G83/2 <sup>10)</sup> , P.D.12.3, AS4777.2, AS4777.3, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, South African Grid code, Chilean Grid Code, Romanian Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, IEEE 929, Thailand MEA & PEA requirements, DEWA (Dubai) Grid Code, Jordan Grid Code |                                  |                                  |
| <b>Elementos integrados</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                  |
| Bornas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ✓ <sup>11)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                                  |
| Conectores fotovoltaicos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ✓                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                  |
| DC Seccionador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ✓                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                  |
| Descargadores DC, tipo 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ✓                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                  |
| Descargadores DC y AC, tipo 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ✓                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                  |
| Fusibles DC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ✓                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                  |
| Kit de medida de corrientes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ✓                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                  |
| <sup>1)</sup> Bornas no disponibles para las versiones INGECON® SUN 33TL M y 40TL M480.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                  |
| <b>Notas:</b> <sup>1)</sup> Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. <sup>2)</sup> La potencia de salida quedará condicionada por la configuración de tensión y corriente elegida en cada entrada. <sup>3)</sup> No superar en ningún caso. Considerar el aumento de tensión de los paneles "Voc" a bajas temperaturas. <sup>4)</sup> La corriente máxima por conector FV es 13,3 A. <sup>5)</sup> Disponibles conectores dobles para conectar dos cables por cada entrada. <sup>6)</sup> Por cada °C de incremento, la potencia de salida se reducirá un 1,8 %. <sup>7)</sup> Estas unidades deberán conectarse a una red trífase en estrella con neutro aterrado. El neutro de la red debe conectarse al equipo. <sup>8)</sup> Q=0 fuera del rango de tensión MPPT. <sup>9)</sup> Consumo desde el campo fotovoltaico. <sup>10)</sup> Sólo para inversores hasta 16 A de salida. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                  |
| <b>Rendimiento INGECON® SUN 40TL M480</b> V <sub>dc</sub> = 720 V <div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |                                  |



## Ingeteam

**Ingeteam Power Technology, S.A.**  
Avda. Ciudad de la Innovación, 13  
30621. Sarriguren (Navarra) - España  
Tel.: +34 948 268 000  
Fax: +34 948 268 001  
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

**Ingeteam S.r.l.**  
Via Emilia Ponente, 232  
48014 Castel Bolognese (RA) - Italia  
Tel.: +39 0546 651 490  
Fax: +39 054 665 5391  
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

**Ingeteam SAS**  
La Naurouze B - 140 rue Garmin  
31670 Labège - Francia  
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00  
Fax: +33 (0)5 61 25 00 11  
e-mail: france@ingeteam.com

**Ingeteam INC.**  
3550 W. Canal St.  
Milwaukee, WI 53208 - EEUU  
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190  
Fax: +1 (414) 342 0736  
e-mail: solar.us@ingeteam.com

**Ingeteam, a.s.**  
Technologická 371/1  
70800 Ostrava - Pustkovec  
República Checa  
Tel.: +420 59 747 6800  
Fax: +420 59 732 6899  
e-mail: czech@ingeteam.com

**Ingeteam Shanghai, Co. Ltd.**  
Shanghai Trade Square, 1105  
1818 Si Ping Road  
200086 Shanghai - P.R. China  
Tel.: +86 21 65 07 76 36  
Fax: +86 21 65 07 76 38  
e-mail: shanghai@ingeteam.com

**Ingeteam, S.A. de C.V.**  
Leibnitz Est 13 Int 1102, Colonia Anzuures  
11590 - Miguel Hidalgo  
Ciudad de México - México  
Tel.: +52 81 8311 4858  
Fax: +52 81 8311 4859  
e-mail: northamerica@ingeteam.com

**Ingeteam Ltda.**  
Rua Estácio de Sá, 560  
Jd. Santa Genebra  
13080-010 Campinas/SP - Brasil  
Tel.: +55 19 3037 3773  
e-mail: brazil@ingeteam.com

**Ingeteam Pty Ltd.**  
Unit 2 Alphen Square South  
16th Road, Randjespark  
Midrand 1682 - Sudáfrica  
Tel.: +2711 314 3190  
Fax: +2711 314 2420  
e-mail: southafrica@ingeteam.com

**Ingeteam SpA**  
Los militares 5890, Torre A, oficina 401  
7560742 - Las Condes  
Santiago de Chile - Chile  
Tel.: +56 2 29574531  
e-mail: chile@ingeteam.com

**Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.**  
2nd Floor, 431  
Udyog Vihar, Phase III  
122016 Gurgaon (Faranya) - India  
Tel.: +91 124 420 6491-5  
Fax: +91 124 420 6493  
e-mail: india@ingeteam.com

**Ingeteam Sp. z o.o.**  
Ul. Koszykowa 60/62 m 29  
00-673 Warszawa - Polonia  
Tel.: +48 22 821 9930  
Fax: +48 22 821 9931  
e-mail: polska@ingeteam.com

**Ingeteam Australia Pty Ltd.**  
Accelerate Centre, Building 229  
Innovation Campus, Squires Way  
North Wollongong, NSW 2500 - Australia  
Tel.: +61 429 111 190  
e-mail: australia@ingeteam.com

**Ingeteam Panama S.A.**  
Av. Manuel Espinosa Babiola,  
Ed. Torre Internacional  
Business Center, Apdo. Local 407  
Urb. C-45 Bella Vista  
Bella Vista - Panamá  
Tel.: +50 761 329 467

**Ingeteam Service S.R.L.**  
Bucuresti, Sector 2,  
Bulevardul Dimitrie Pompeiu Nr 5-7  
Cladirea Hermes Business  
Campus 1, Birou 236, Etaj 2  
Rumania  
Tel.: +40 728 993 202

**Ingeteam Philippines Inc.**  
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.  
Amaroso St. corner Rufino St.  
1220 Makati  
Gran Manila - Filipinas  
Tel.: +63 0917 677 6039

**Ingeteam Power Technology, S.A.**  
Level 1, Al Bateen Tower C6 Banunah  
ADIB Building, Street 34  
PO BOX 30010 - Abu Dhabi  
Emiratos Arabes Unidos  
Tel.: +971 50 125 8244

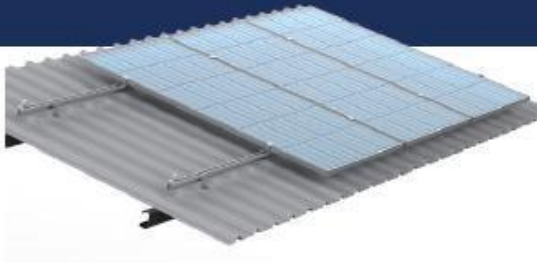
**Ingeteam Vietnam Ltd.**  
Spaces - 26A Phan Hung Dao Street  
Phan Chu Trinh Ward  
Hoan Kiem District  
Ha Noi City - Vietnam  
Tel.: +84 24 71014067  
e-mail: vietnam@ingeteam.com

**Ingeteam Uruguay, S.A.**  
Avenida 18 de Julio, 1474, Piso 12  
11200, Montevideo - Uruguay  
Tel.: +598 934 92064

**Ingeteam S.A.**

[www.ingeteam.com](http://www.ingeteam.com)

## Ficha técnica: L feet



### Especificaciones

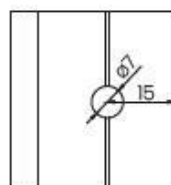
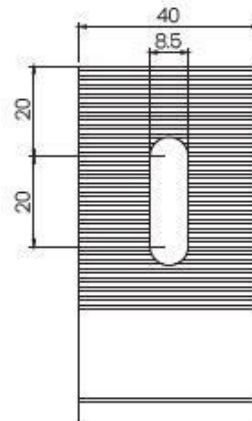
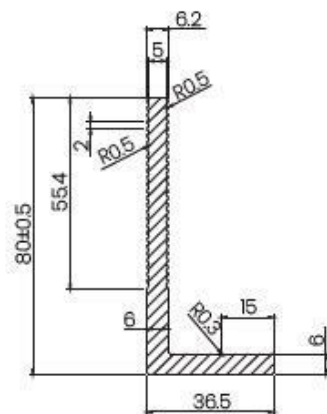
**Materiales:** aluminio anodizado 6005 T5  
Acero inoxidable 304

**Velocidad del viento:** hasta 27 m/s  
**Carga de nieve:** hasta 50 cm

### Accesorios

| Cantidad/<br>paneles | L feet | Rail | Empalme de<br>rail | Abrazadera<br>intermedia | Abrazadera<br>final | Peso bruto<br>(kg) |
|----------------------|--------|------|--------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| 1 panel              | 4      | 2    | -                  | -                        | 4                   | 31                 |
| 2 paneles            | 6      | 4    | 2                  | 2                        | 4                   | 5.4                |
| 3 paneles            | 8      | 6    | 4                  | 4                        | 4                   | 7.8                |
| 4 paneles            | 8      | 8    | 6                  | 6                        | 4                   | 10.1               |
| 5 paneles            | 10     | 10   | 8                  | 8                        | 4                   | 12.2               |
| 6 paneles            | 12     | 12   | 10                 | 10                       | 4                   | 14.6               |

### Medidas



## Hoja de características del producto

Especificaciones



Interruptor diferencial; Acti9 iID; 4P;  
40A; 300mA-S AC

A9R15440

### Principal

|                                                |                                |
|------------------------------------------------|--------------------------------|
| Gama                                           | Acti 9                         |
| Nombre del producto                            | Acti 9 iID40                   |
| Tipo de producto o componente                  | Interruptor diferencial (RCCB) |
| Nombre abreviado del equipo                    | iID                            |
| Número de polos                                | 4P                             |
| Posición de neutro                             | Izquierda                      |
| [In] Corriente nominal                         | 40 A                           |
| Tipo de red                                    | AC                             |
| Sensibilidad de fuga a tierra                  | 300 mA                         |
| Retardo de la protección contra fugas a tierra | Selectivo                      |
| Clase de protección contra fugas a tierra      | Tipo AC                        |

### Complementario

|                                          |                                                 |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Ubicación del dispositivo en el sistema  | Salida                                          |
| Frecuencia de red                        | 50/60 Hz                                        |
| [Ue] Tensión nominal de empleo           | 380...415 V AC 50/60 Hz                         |
| Tecnología de disparo corriente residual | Independiente de la tensión                     |
| Poder de conexión y de corte             | I <sub>dm</sub> 1500 A<br>I <sub>m</sub> 1500 A |
| Corriente condicional de cortocircuito   | 10 kA                                           |
| [Ui] Tensión nominal de aislamiento      | 500 V AC 50/60 Hz                               |
| [Uimp] Resistencia a picos de tensión    | 6 kV                                            |
| Indicador de posición del contacto       | Sí                                              |

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

|                                                      |                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Soporte de montaje</b>                            | Caril DIN                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Pasos de 9 mm</b>                                 | 8                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Altura</b>                                        | 91 mm                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Ancho</b>                                         | 72 mm                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Profundidad</b>                                   | 73,5 mm                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Peso del producto</b>                             | 0,37 kg                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Color</b>                                         | Blanco                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Durabilidad mecánica</b>                          | 20000 ciclos                                                                                                                                                                                               |
| <b>Durabilidad eléctrica</b>                         | AC-1, estado 1 15000 ciclos                                                                                                                                                                                |
| <b>Descripción de las opciones de bloqueo</b>        | Dispositivo de cierre con candado                                                                                                                                                                          |
| <b>Conexiones - terminales</b>                       | Terminal simple arriba o abajo1...35 mm <sup>2</sup> rígido<br>Terminal simple arriba o abajo1...25 mm <sup>2</sup> flexible<br>Terminal simple arriba o abajo1...25 mm <sup>2</sup> flexible con terminal |
| <b>Longitud de cable pelado para conectar bornas</b> | 14 mm para arriba o abajo conexión                                                                                                                                                                         |
| <b>Par de apriete</b>                                | 3,5 N.m arriba o abajo                                                                                                                                                                                     |

### Entorno

|                                               |                                                                                   |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Normas</b>                                 | EN/IEC 61008-1                                                                    |
| <b>Grado de protección IP</b>                 | IP20 conforming to IEC 60529<br>IP40 (envolvente modular) conforming to IEC 60529 |
| <b>Grado de contaminación</b>                 | 3                                                                                 |
| <b>Compatibilidad electromagnética</b>        | Resistencia a impulsos 8/20 µs, 3000 A acorde a EN/IEC 61008-1                    |
| <b>Temperatura ambiente de funcionamiento</b> | -5...60 °C                                                                        |
| <b>Temperatura ambiente de almacenamiento</b> | -40...85 °C                                                                       |

### Unidades de embalaje

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| <b>Tipo de unidad de paquete 1</b>        | PCE       |
| <b>Número de unidades en el paquete 1</b> | 1         |
| <b>Paquete 1 Altura</b>                   | 7,6 cm    |
| <b>Paquete 1 Ancho</b>                    | 8,4 cm    |
| <b>Paquete 1 Longitud</b>                 | 10,0 cm   |
| <b>Paquete 1 Peso</b>                     | 351,0 g   |
| <b>Tipo de unidad de paquete 2</b>        | S03       |
| <b>Número de unidades en el paquete 2</b> | 27        |
| <b>Paquete 2 Altura</b>                   | 30,0 cm   |
| <b>Paquete 2 Ancho</b>                    | 30,0 cm   |
| <b>Paquete 2 Longitud</b>                 | 40,0 cm   |
| <b>Paquete 2 Peso</b>                     | 10,369 kg |

|                                             |                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Directiva RoHS UE</b>                    | Conforme<br><a href="#">Declaración RoHS UE</a>                                                                                                                             |
| <b>Sin mercurio</b>                         | Sí                                                                                                                                                                          |
| <b>Normativa de RoHS China</b>              | <a href="#">Declaración RoHS China</a><br>Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias                                                    |
| <b>Información sobre exenciones de RoHS</b> | <a href="#">Sí</a>                                                                                                                                                          |
| <b>Comunicación ambiental</b>               | <a href="#">Perfil ambiental del producto</a>                                                                                                                               |
| <b>RAEE</b>                                 | En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura. |
| <b>Presencia de halógenos</b>               | Producto con contenido plástico sin halógenos                                                                                                                               |
| <b>Información Logística</b>                |                                                                                                                                                                             |
| <b>País de Origen</b>                       | ES                                                                                                                                                                          |
| <b>Garantía contractual</b>                 |                                                                                                                                                                             |
| <b>Periodo de garantía</b>                  | 18 months                                                                                                                                                                   |
| <b>Sustituciones recomendadas</b>           |                                                                                                                                                                             |

## Hoja de características del producto

Especificaciones



Interruptor magnetotérmico; Acti9  
iC60N; 4P; 32 A; curva C; 6000 A/10  
kA

A9F79432

### Principal

|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Función</b>                         | Para corriente > 0,1 A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Gama</b>                            | Acti9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Nombre del producto</b>             | Acti 9 iC60 RCBO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Tipo de producto o componente</b>   | Interruptor automático en miniatura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Nombre abreviado del equipo</b>     | iC60N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Número de polos</b>                 | 4P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Número de polos protegidos</b>      | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>[In] Corriente nominal</b>          | 32 A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Tipo de red</b>                     | Corriente continua<br>AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Tecnología de unidad de disparo</b> | Térmico-magnético                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Código de curva</b>                 | C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Capacidad de corte</b>              | 6000 A Icn en 400 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1<br>36 kA Icu en 12...60 V AC 50/60 Hz acorde a Icu<br>10 kA Icu en 380...415 V AC 50/60 Hz acorde a Icu<br>20 kA Icu en 220...240 V AC 50/60 Hz acorde a Icu<br>6 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a Icu<br>36 kA Icu en 100...133 V AC 50/60 Hz acorde a Icu<br>10 kA Icu en <= 250 V corriente continua acorde a Icu |
| <b>Categoría de empleo</b>             | Categoría A acorde a HB1<br>Categoría A acorde a En > 50 A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Poder de seccionamiento</b>         | Sí acorde a EN 60898-1<br>Sí acorde a HB1<br>Sí acorde a IEC 60898-1<br>Sí acorde a En > 50 A                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Normas</b>                          | IEC 60898-1<br>EN 60898-1<br>En > 50 A<br>HB1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### Complementario

|                                         |                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Frecuencia de red</b>                | 50/60 Hz                                                                                                                                                |
| <b>Límite de enlace magnético</b>       | 8 x In +/- 20%                                                                                                                                          |
| <b>[Ics] poder de corte en servicio</b> | 15 kA 75 % acorde a HB1 - 220...240 V AC 50/60 Hz<br>7,5 kA 75 % acorde a HB1 - 380...415 V AC 50/60 Hz<br>4,5 kA 75 % acorde a HB1 - 440 V AC 50/60 Hz |

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

27 kA 75 % acorde a HB1 - 12...133 V AC 50/60 Hz  
6000 A 100 % acorde a EN 60898-1 - 400 V AC 50/60 Hz  
6000 A 100 % acorde a IEC 60898-1 - 400 V AC 50/60 Hz  
10 kA 100 % acorde a En> 50 A - 180...250 V corriente continua  
10 kA 100 % acorde a HB1 - 180...250 V corriente continua

|                                                                        |                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Clase de limitación</b>                                             | 3 acorde a EN 60898-1<br>3 acorde a IEC 60898-1                                                                                                                    |
| <b>[UI] Tensión nominal de aislamiento</b>                             | 500 V AC 50/60 Hz acorde a HB1<br>500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A                                                                                              |
| <b>[Uimp] Resistencia a picos de tensión</b>                           | 6 kV acorde a HB1<br>6 kV acorde a En> 50 A                                                                                                                        |
| <b>Indicador de posición del contacto</b>                              | Sí                                                                                                                                                                 |
| <b>Tipo de control</b>                                                 | Maneta                                                                                                                                                             |
| <b>Señalizaciones en local</b>                                         | Indicador de disparo                                                                                                                                               |
| <b>Tipo de montaje</b>                                                 | Fijo                                                                                                                                                               |
| <b>Soporte de montaje</b>                                              | Caril DIN                                                                                                                                                          |
| <b>Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine</b> | Arriba o abajo, estado 1 Sí                                                                                                                                        |
| <b>Pasos de 9 mm</b>                                                   | 8                                                                                                                                                                  |
| <b>Altura</b>                                                          | 85 mm                                                                                                                                                              |
| <b>Anchura</b>                                                         | 72 mm                                                                                                                                                              |
| <b>Profundidad</b>                                                     | 78,5 mm                                                                                                                                                            |
| <b>Peso del producto</b>                                               | 0,5 kg                                                                                                                                                             |
| <b>Color</b>                                                           | Blanco                                                                                                                                                             |
| <b>Durabilidad mecánica</b>                                            | 20000 ciclos                                                                                                                                                       |
| <b>Durabilidad eléctrica</b>                                           | 10000 ciclos                                                                                                                                                       |
| <b>Conexiones - terminales</b>                                         | Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...35 mm <sup>2</sup> rígido<br>Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...25 mm <sup>2</sup> flexible |
| <b>Longitud de cable pelado para conectar bornas</b>                   | 14 mm para arriba o abajo conexión                                                                                                                                 |
| <b>Par de apriete</b>                                                  | 3,5 N.m arriba o abajo                                                                                                                                             |
| <b>Protección contra fugas a tierra</b>                                | Bloque independiente                                                                                                                                               |

## Entorno

|                                               |                                                   |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Grado de protección IP</b>                 | IP20 acorde a IEC 60529<br>IP20 acorde a EN 60529 |
| <b>Grado de contaminación</b>                 | 3 acorde a HB1<br>3 acorde a En> 50 A             |
| <b>Categoría de sobretensión</b>              | IV                                                |
| <b>Tropicalización</b>                        | 2 acorde a IEC 60068-1                            |
| <b>Humedad relativa</b>                       | 95 % en 55 °C                                     |
| <b>Altitud máxima de funcionamiento</b>       | 0...2000 m                                        |
| <b>Temperatura ambiente de funcionamiento</b> | -35...70 °C                                       |
| <b>Temperatura ambiente de almacenamiento</b> | -40...85 °C                                       |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Número de unidades en el paquete 1 | 1         |
| Paquete 1 Altura                   | 7,5 cm    |
| Paquete 1 Ancho                    | 7 cm      |
| Paquete 1 Longitud                 | 9,5 cm    |
| Paquete 1 Peso                     | 479 g     |
| Tipo de unidad de paquete 2        | BB1       |
| Número de unidades en el paquete 2 | 3         |
| Paquete 2 Altura                   | 8,8 cm    |
| Paquete 2 Ancho                    | 10 cm     |
| Paquete 2 Longitud                 | 22 cm     |
| Paquete 2 Peso                     | 1,492 kg  |
| Tipo de unidad de paquete 3        | S03       |
| Número de unidades en el paquete 3 | 33        |
| Paquete 3 Altura                   | 30 cm     |
| Paquete 3 Ancho                    | 30 cm     |
| Paquete 3 Longitud                 | 40 cm     |
| Paquete 3 Peso                     | 16,888 kg |

### Sostenibilidad de la oferta

|                                      |                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estado de oferta sostenible          | Producto Green Premium                                                                                                                                                      |
| Reglamento REACH                     | <a href="#">Declaración de REACH</a>                                                                                                                                        |
| Directiva RoHS UE                    | Conforme<br><a href="#">Declaración RoHS UE</a>                                                                                                                             |
| Sin mercurio                         | Sí                                                                                                                                                                          |
| Normativa de RoHS China              | <a href="#">Declaración RoHS China</a><br>Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias                                                    |
| Información sobre exenciones de RoHS | <a href="#">Sí</a>                                                                                                                                                          |
| Comunicación ambiental               | <a href="#">Perfil ambiental del producto</a>                                                                                                                               |
| RAEE                                 | En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura. |
| Presencia de halógenos               | Producto libre de halógenos                                                                                                                                                 |

### Información Logística

|                |    |
|----------------|----|
| País de Origen | ES |
|----------------|----|

### Garantía contractual

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Periodo de garantía | 18 months |
|---------------------|-----------|

### Sustituciones recomendadas

TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K



## TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618 / TÜV 2Pfig 1169-08 / UTE C 32-502

### DISEÑO

#### Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible)

según UNE-EN 60228  
e IEC 60228.



D<sub>ca</sub> - s2, d2, a2

#### Aislamiento

Goma libre de halógenos

#### Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

### APLICACIONES

El cable Topsolar H1Z2Z2-K, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas; tanto en servicio móvil como en instalación fija. Cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua o alterna. Compatible con la mayoría de conectores. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.



SOLAR



www.topcable.com

113

## TOPSOLAR PV HIZ2Z2-K



## CARACTERÍSTICAS



### Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 - 1kV - (1,8) kV DC



### Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



### Certificaciones

Certificados  
CE  
TÜV  
EN  
RoHS



D<sub>2</sub> - s2, d2, a2



### Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C  
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)  
Temp. mínima de servicio: -40°C



### Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.  
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754  
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.  
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.  
Reacción al fuego CPR: D<sub>2</sub> - s2, d2, a2 según la norma EN 50575.



### Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.  
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



### Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.  
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



### Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.



### Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



### Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



### Otros

Marcaje: metro a metro.



### Condiciones de instalación

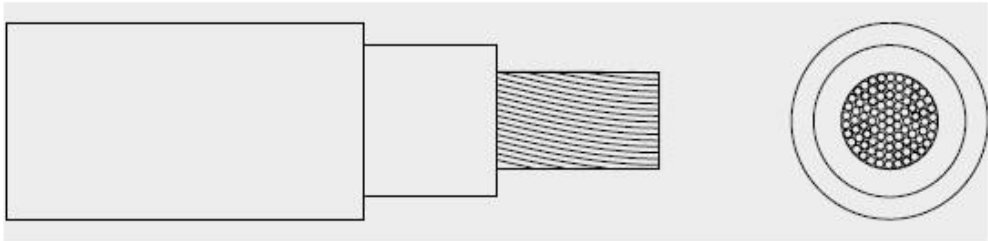
Al aire.  
Enterrado.



### Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.

TOPSOLAR PV HIZ2Z2-K



DIMENSIONES

| Sección<br>(mm) | Diámetro<br>(mm) | Peso<br>(Kg/km) | Alre<br>Libre<br>(A) | Int. Sobre<br>Superficie<br>(A) | Int. Adya-<br>cente a<br>Superficie<br>(A) | Calda<br>tensión<br>(V/A · km) |
|-----------------|------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|
| 1 x 2,5         | 4,8              | 42              | 41                   | 39                              | 33                                         | 23,0                           |
| 1 x 4           | 5,3              | 57              | 55                   | 52                              | 44                                         | 14,3                           |
| 1 x 6           | 5,9              | 76              | 70                   | 67                              | 57                                         | 9,49                           |
| 1 x 10          | 7,0              | 120             | 98                   | 93                              | 79                                         | 5,46                           |
| 1 x 16          | 8,2              | 179             | 132                  | 125                             | 107                                        | 3,47                           |
| 1 x 25          | 10,8             | 294             | 176                  | 167                             | 142                                        | 2,23                           |
| 1 x 35          | 11,9             | 390             | 218                  | 207                             | 176                                        | 1,58                           |

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.  
Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.  
Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable y en la Declaración de Prestaciones (DoP).  
Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: [ventas@topcable.com](mailto:ventas@topcable.com)

# EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



exZhelent COMPACT

## NORMAS

### CONSTRUCCIÓN

IEC 60502-1  
UNE 21123-4

### REACCIÓN AL FUEGO\*

UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2  
UNE-EN 50399  
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2  
UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2  
UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1  
UNE-EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24

## CLASIFICACIÓN CPR

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)  
DOP 000040  
Clase C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1

EXZHELLENT® Class SECTORFLEX  
DOP 000135  
Clase C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1

## CONSTRUCCIÓN

### 1. CONDUCTOR

Cobre, clase 5 según UNE-EN 60228.  
Sectorial para secciones de 50 mm²  
y superiores (solución Sectorflex®).

### 2. AISLAMIENTO

Poliétileno reticulado,  
tipo XLPE según IEC 60502-1.  
Identificación por color.

### 3. CUBIERTA EXTERIOR

Polioléfinas termoplásticas libres de  
halógenos, tipo ST8 según IEC 60502-1.

## APLICACIONES

Locales de pública concurrencia,  
instalaciones de enlace, locales con riesgo  
a incendio o explosión e instalaciones  
en falsos techos o suelos elevados en  
industrias. Y en general para instalaciones  
en las que el riesgo de incendio no sea  
despreciable.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C.  
Temperatura mínima de trabajo: -25 °C.

## CERTIFICACIONES



\*En azul ensayos de fuego válidos en la UE.



DESCÁRGATE LA DOP  
(declaración de prestaciones)  
<https://es.prysmiangroup.com/dop>

Nº DOP 000040  
000135



General Cable

A brand of  
**Prysmian**  
Group

## EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



exZhellent COMPACT

### PRESTACIONES ADICIONALES:

#### Exzhellent® Compact 1000 V (AS)

Cable con conductores circulares según formaciones indicadas en tablas. 10 % más ligero y 7 % más compacto. Mayor manejabilidad, más ecológico. Sin desprendimiento de gotas incandescentes en caso de incendio.



#### Exzhellent® Compact Sectorflex 1000 V (AS)

Cables con conductor sectorial para formaciones desde 2 hasta 4 conductores y secciones desde 50 mm². 11 % más ligero y 10 % más compacto. Más manejable y ecológico.



General Cable

A brand of  
**Prysmian**  
Group

## EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



exZhelent COMPACT

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

| Número de conductores x sección<br>(mm²) | Diámetro nominal exterior<br>(mm) | Peso nominal<br>(kg/km) | Radio mínimo de curvatura<br>(mm) | Resistencia del conductor a 20 °C<br>(Ω/km) | Intensidad máxima admisible en bandeja (40° C)<br>(A) | Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40° C)<br>(A) | Intensidad admisible enterrado<br>(A) | Caída de tensión<br>(V/km) |            |
|------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------|
|                                          |                                   |                         |                                   |                                             |                                                       |                                                                         |                                       | cos φ= 1                   | cos φ= 0,8 |
| 1x1,5 *                                  | 6,6                               | 61                      | 27                                | 13,3                                        | 21                                                    | 18                                                                      | 21                                    | 26,5                       | 21,36      |
| 1x2,5 *                                  | 7,0                               | 74                      | 29                                | 7,98                                        | 30                                                    | 25                                                                      | 27                                    | 15,92                      | 12,88      |
| 1x4 *                                    | 8,0                               | 99                      | 32                                | 4,95                                        | 40                                                    | 35                                                                      | 35                                    | 9,96                       | 8,1        |
| 1x6 *                                    | 8,5                               | 125                     | 34                                | 3,3                                         | 52                                                    | 44                                                                      | 44                                    | 6,74                       | 5,51       |
| 1x10 *                                   | 9,5                               | 170                     | 38                                | 1,91                                        | 72                                                    | 60                                                                      | 58                                    | 4                          | 3,31       |
| 1x16 *                                   | 10,1                              | 220                     | 41                                | 1,21                                        | 97                                                    | 80                                                                      | 75                                    | 2,51                       | 2,12       |
| 1x25 *                                   | 11,7                              | 315                     | 47                                | 0,78                                        | 123                                                   | 106                                                                     | 96                                    | 1,59                       | 1,37       |
| 1x35 *                                   | 12,8                              | 410                     | 52                                | 0,55                                        | 154                                                   | 131                                                                     | 117                                   | 1,15                       | 1,01       |
| 1x50 *                                   | 14,3                              | 550                     | 58                                | 0,38                                        | 195                                                   | 159                                                                     | 138                                   | 0,85                       | 0,77       |
| 1x70 *                                   | 16,4                              | 750                     | 66                                | 0,27                                        | 244                                                   | 202                                                                     | 170                                   | 0,59                       | 0,56       |
| 1x95 *                                   | 17,8                              | 945                     | 72                                | 0,20                                        | 298                                                   | 245                                                                     | 202                                   | 0,42                       | 0,43       |
| 1x120 *                                  | 19,8                              | 1190                    | 80                                | 0,16                                        | 349                                                   | 284                                                                     | 230                                   | 0,34                       | 0,36       |
| 1x150 *                                  | 21,8                              | 1470                    | 88                                | 0,12                                        | 404                                                   | 311                                                                     | 260                                   | 0,27                       | 0,31       |
| 1x185 *                                  | 23,7                              | 1770                    | 95                                | 0,10                                        | 464                                                   | 349                                                                     | 291                                   | 0,22                       | 0,26       |
| 1x240 *                                  | 25,7                              | 2245                    | 130                               | 0,08                                        | 552                                                   | 409                                                                     | 336                                   | 0,17                       | 0,22       |
| 1x300 *                                  | 29,5                              | 2805                    | 150                               | 0,06                                        | 640                                                   | 468                                                                     | 380                                   | 0,14                       | 0,19       |
| 2x1,5 *                                  | 8,9                               | 120                     | 36                                | 13,3                                        | 24                                                    | 20                                                                      | 24                                    | 30,98                      | 24,92      |
| 2x2,5 *                                  | 9,8                               | 150                     | 40                                | 7,98                                        | 33                                                    | 27                                                                      | 32                                    | 18,66                      | 15,07      |
| 2x4 *                                    | 10,8                              | 200                     | 44                                | 4,95                                        | 45                                                    | 36                                                                      | 42                                    | 11,68                      | 9,46       |
| 2x6 *                                    | 11,7                              | 250                     | 47                                | 3,3                                         | 57                                                    | 46                                                                      | 53                                    | 7,90                       | 6,42       |
| 2x10 *                                   | 13,6                              | 365                     | 55                                | 1,91                                        | 78                                                    | 63                                                                      | 70                                    | 4,67                       | 3,84       |
| 2x16 *                                   | 15,6                              | 515                     | 63                                | 1,21                                        | 105                                                   | 82                                                                      | 91                                    | 2,94                       | 2,45       |
| 2x25 *                                   | 18,7                              | 725                     | 75                                | 0,78                                        | 136                                                   | 108                                                                     | 116                                   | 1,86                       | 1,59       |
| 2x35 *                                   | 21,2                              | 970                     | 85                                | 0,55                                        | 168                                                   | 133                                                                     | 140                                   | 1,34                       | 1,16       |
| 2x50 **                                  | 25,0                              | 1410                    | 100                               | 0,38                                        | 205                                                   | 159                                                                     | 166                                   | 0,99                       | 0,88       |

\*Versión Exzhellent® Compact 1000 V (AS).

Reducido diámetro y peso. Más ecológico.

\*\*Versión Exzhellent® Sectorflex 1000 V (AS).

Con conductores sectoriales, más compacto, ligero y ecológico.

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra

(40 °C, temperatura estándar en España).

Tabla B.52.12:

Instalación tipo F (1x trifásica).

Instalación tipo E (2x, 3G monofásica).

Instalación tipo E (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería. O bajo canal protectora en montaje superficial o suspendida.

Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B1 (1x trifásica).

Tabla B.52.3. Instalación tipo B2 (2x, 3G monofásica).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B2 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

Para temperatura ambiente de 30 °C multiplicar las intensidades por 1,1.

(Aplicable a (2) y (3)).

Para acción solar directa sobre la canalización multiplicar las intensidades por 0,85. (Aplicable a (2) y (3)).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

Tabla B.52.2.bis:

→XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) →1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) →2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

General Cable

A brand of  
**Prysmian**  
Group

## EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



exZhelent COMPACT

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

| Número de conductores x sección<br>(mm²) | Diámetro nominal exterior<br>(mm) | Peso nominal<br>(kg/km) | Radio mínimo de curvatura<br>(mm) | Resistencia del conductor a 20 °C<br>(Ω/km) | Intensidad máxima admisible en bandeja (40° C)<br>(I) A | Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40° C)<br>(I) A | Intensidad admisible enterrado<br>(I) A | Caída de tensión<br>(mV/km) |            |
|------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|------------|
|                                          |                                   |                         |                                   |                                             |                                                         |                                                                           |                                         | cos φ= 1                    | cos φ= 0,8 |
| 3G1,5 *                                  | 9,4                               | 135                     | 38                                | 13,3                                        | 24                                                      | 20                                                                        | 24                                      | 30,98                       | 24,92      |
| 3G2,5 *                                  | 10,3                              | 175                     | 42                                | 7,98                                        | 33                                                      | 27                                                                        | 32                                      | 18,66                       | 15,07      |
| 3G4 *                                    | 11,4                              | 235                     | 46                                | 4,95                                        | 45                                                      | 36                                                                        | 42                                      | 11,68                       | 9,46       |
| 3G6 *                                    | 12,4                              | 300                     | 50                                | 3,3                                         | 57                                                      | 46                                                                        | 53                                      | 7,90                        | 6,42       |
| 3G10 *                                   | 14,5                              | 450                     | 58                                | 1,91                                        | 78                                                      | 63                                                                        | 70                                      | 4,67                        | 3,84       |
| 3G16 *                                   | 16,6                              | 645                     | 67                                | 1,21                                        | 105                                                     | 82                                                                        | 91                                      | 2,94                        | 2,45       |
| 3x25 *                                   | 20,0                              | 925                     | 80                                | 0,78                                        | 116                                                     | 96                                                                        | 96                                      | 1,62                        | 1,38       |
| 3x35 *                                   | 22,6                              | 1250                    | 91                                | 0,55                                        | 144                                                     | 116                                                                       | 117                                     | 1,17                        | 1,01       |
| 3x50 **                                  | 26,7                              | 1810                    | 135                               | 0,38                                        | 175                                                     | 140                                                                       | 138                                     | 0,86                        | 0,77       |
| 3x70 **                                  | 31,4                              | 2520                    | 160                               | 0,27                                        | 224                                                     | 177                                                                       | 170                                     | 0,6                         | 0,56       |
| 3x95 **                                  | 35,0                              | 3245                    | 175                               | 0,20                                        | 271                                                     | 212                                                                       | 202                                     | 0,43                        | 0,42       |
| 3x120 **                                 | 39,6                              | 4135                    | 200                               | 0,16                                        | 315                                                     | 244                                                                       | 230                                     | 0,34                        | 0,35       |
| 3x150 **                                 | 43,9                              | 5135                    | 220                               | 0,12                                        | 363                                                     | 273                                                                       | 260                                     | 0,28                        | 0,3        |
| 3x185 **                                 | 48,2                              | 6225                    | 245                               | 0,10                                        | 415                                                     | 309                                                                       | 291                                     | 0,22                        | 0,26       |
| 3x240 **                                 | 54,9                              | 8175                    | 330                               | 0,08                                        | 490                                                     | 362                                                                       | 336                                     | 0,17                        | 0,21       |
| 3x300 **                                 | 63,1                              | 10320                   | 380                               | 0,06                                        | 565                                                     | 414                                                                       | 380                                     | 0,14                        | 0,18       |
| 3x25/16 *                                | 22,2                              | 1135                    | 89                                | 0,780/1,21                                  | 116                                                     | 95                                                                        | 96                                      | 1,62                        | 1,38       |
| 3x35/16 *                                | 24,7                              | 1470                    | 99                                | 0,554/1,21                                  | 144                                                     | 116                                                                       | 117                                     | 1,17                        | 1,01       |
| 3x50/25 *                                | 29,4                              | 2150                    | 150                               | 0,386/0,780                                 | 175                                                     | 140                                                                       | 138                                     | 0,86                        | 0,77       |
| 3x70/35 *                                | 34,6                              | 3000                    | 175                               | 0,272/0,554                                 | 224                                                     | 177                                                                       | 170                                     | 0,6                         | 0,56       |
| 3x95/50 *                                | 38,5                              | 3880                    | 195                               | 0,206/0,386                                 | 271                                                     | 212                                                                       | 202                                     | 0,43                        | 0,42       |
| 3x120/70 *                               | 44,0                              | 5015                    | 220                               | 0,161/0,272                                 | 315                                                     | 244                                                                       | 230                                     | 0,34                        | 0,35       |
| 3x150/70 *                               | 48,3                              | 6075                    | 245                               | 0,129/0,272                                 | 363                                                     | 273                                                                       | 260                                     | 0,28                        | 0,3        |
| 3x185/95 *                               | 53,0                              | 7410                    | 320                               | 0,106/0,206                                 | 415                                                     | 309                                                                       | 291                                     | 0,22                        | 0,26       |
| 3x240/120 *                              | 60,4                              | 9695                    | 365                               | 0,080/0,161                                 | 490                                                     | 362                                                                       | 336                                     | 0,17                        | 0,21       |
| 3x300/150 *                              | 69,4                              | 12285                   | 420                               | 0,064/0,129                                 | 565                                                     | 414                                                                       | 380                                     | 0,14                        | 0,18       |

\*Versión Exzhellent® Compact 1000V (AS).

Reducido diámetro y peso. Más ecológico.

\*\*Versión Exzhellent® Sectorflex 1000 V (AS).

Con conductores sectoriales, más compacto, ligero y ecológico.

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra (40 °C, temperatura estándar en España).

Tabla B.52.12:

Instalación tipo F (1x trifásica).

Instalación tipo E (2x, 3G monofásica).

Instalación tipo E (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería. O bajo canal protectora en montaje superficial o suspendida.

Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B1 (1x trifásica).

Tabla B.52.3. Instalación tipo B2 (2x, 3G monofásica).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B2 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

Para temperatura ambiente de 30 °C multiplicar las intensidades por 1,1. (Aplicable a (2) y (3)).

Para acción solar directa sobre la canalización multiplicar las intensidades por 0,85. (Aplicable a (2) y (3)).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

Tabla B.52.2.bis:

→XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) →1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) →2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

General Cable

A brand of  
**Prysmian**  
Group

## EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



exZhelent COMPACT

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

| Número de conductores x sección<br>(mm²) | Diámetro nominal exterior<br>(mm) | Peso nominal<br>(g/km) | Radio mínimo de curvatura<br>(mm) | Resistencia del conductor a 20 °C<br>(Ω/km) | Intensidad máxima admisible en bandeja (40° C)<br>(A) | Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40° C)<br>(A) | Intensidad admisible enterrada<br>(A) | Caída de tensión<br>V(A·km) |             |
|------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------|
|                                          |                                   |                        |                                   |                                             |                                                       |                                                                         |                                       | cos φ = 1                   | cos φ = 0,8 |
| 4G1,5 *                                  | 10,3                              | 165                    | 42                                | 13,3                                        | 21                                                    | 178                                                                     | 21                                    | 26,94                       | 21,67       |
| 4G2,5 *                                  | 11,3                              | 210                    | 46                                | 7,98                                        | 29                                                    | 24                                                                      | 27                                    | 16,23                       | 13,1        |
| 4G4 *                                    | 12,6                              | 285                    | 51                                | 4,95                                        | 38                                                    | 32                                                                      | 35                                    | 10,16                       | 8,23        |
| 4G6 *                                    | 13,7                              | 370                    | 55                                | 3,3                                         | 49                                                    | 40                                                                      | 44                                    | 6,87                        | 5,59        |
| 4G10 *                                   | 16,0                              | 560                    | 65                                | 1,91                                        | 68                                                    | 53                                                                      | 58                                    | 4,06                        | 3,34        |
| 4G16 *                                   | 18,4                              | 810                    | 74                                | 1,21                                        | 91                                                    | 73                                                                      | 75                                    | 2,56                        | 2,13        |
| 4x25 *                                   | 22,3                              | 1185                   | 90                                | 0,78                                        | 116                                                   | 95                                                                      | 96                                    | 1,62                        | 1,38        |
| 4x35 *                                   | 25,0                              | 1585                   | 130                               | 0,55                                        | 144                                                   | 116                                                                     | 117                                   | 1,17                        | 1,01        |
| 4x50 **                                  | 29,7                              | 2300                   | 150                               | 0,38                                        | 175                                                   | 140                                                                     | 138                                   | 0,86                        | 0,77        |
| 4x70 **                                  | 35,0                              | 3210                   | 175                               | 0,27                                        | 224                                                   | 177                                                                     | 170                                   | 0,6                         | 0,56        |
| 4x95 **                                  | 38,9                              | 4140                   | 195                               | 0,20                                        | 271                                                   | 212                                                                     | 202                                   | 0,43                        | 0,42        |
| 4x120 **                                 | 44,3                              | 5290                   | 225                               | 0,16                                        | 315                                                   | 244                                                                     | 230                                   | 0,34                        | 0,35        |
| 4x150 **                                 | 48,8                              | 6545                   | 245                               | 0,12                                        | 363                                                   | 273                                                                     | 260                                   | 0,28                        | 0,3         |
| 4x185 **                                 | 53,8                              | 7965                   | 325                               | 0,10                                        | 415                                                   | 309                                                                     | 291                                   | 0,22                        | 0,26        |
| 4x240 **                                 | 61,3                              | 10455                  | 370                               | 0,08                                        | 490                                                   | 362                                                                     | 336                                   | 0,17                        | 0,21        |
| 4x300 **                                 | 70,4                              | 13175                  | 425                               | 0,06                                        | 565                                                   | 414                                                                     | -                                     | -                           | -           |
| 5G1,5 *                                  | 12,0                              | 220                    | 48                                | 13,3                                        | 21                                                    | 18                                                                      | 21                                    | 26,94                       | 21,67       |
| 5G2,5 *                                  | 12,3                              | 255                    | 50                                | 7,98                                        | 29                                                    | 24                                                                      | 27                                    | 16,23                       | 13,1        |
| 5G4 *                                    | 13,8                              | 345                    | 55                                | 4,95                                        | 38                                                    | 32                                                                      | 35                                    | 10,16                       | 8,23        |
| 5G6 *                                    | 15,0                              | 450                    | 61                                | 3,3                                         | 49                                                    | 40                                                                      | 44                                    | 6,87                        | 5,59        |
| 5G10 *                                   | 17,6                              | 685                    | 71                                | 1,91                                        | 68                                                    | 53                                                                      | 58                                    | 4,06                        | 3,34        |
| 5G16 *                                   | 20,4                              | 995                    | 82                                | 1,21                                        | 91                                                    | 73                                                                      | 75                                    | 2,56                        | 2,13        |
| 5G25 *                                   | 24,7                              | 1455                   | 99                                | 0,78                                        | 116                                                   | 96                                                                      | 96                                    | 1,62                        | 1,38        |
| 5G35 *                                   | 27,7                              | 1960                   | 140                               | 0,55                                        | 144                                                   | 116                                                                     | 117                                   | 1,17                        | 1,01        |
| 5G50 *                                   | 33,1                              | 2860                   | 170                               | 0,38                                        | 175                                                   | 140                                                                     | 138                                   | -                           | -           |

\*Versión Exzhellent® Compact 1000V (AS).

Reducido diámetro y peso. Más ecológico.

\*\*Versión Exzhellent® Sectorflex 1000 V (AS).

Con conductores sectoriales, más compacto, ligero y ecológico.

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra

(40 °C, temperatura estándar en España).

Tabla B.52.12:

Instalación tipo F (1x trifásica).

Instalación tipo E (2x, 3G monofásica).

Instalación tipo E (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería. O bajo canal protectora en montaje superficial o suspendida.

Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B1 (1x trifásica).

Tabla B.52.3. Instalación tipo B2 (2x, 3G monofásica).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B2 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

Para temperatura ambiente de 30 °C multiplicar las intensidades por 1,1.

(Aplicable a (2) y (3)).

Para acción solar directa sobre la canalización multiplicar las intensidades por 0,85. (Aplicable a (2) y (3)).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

Tabla B.52.2.bis:

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

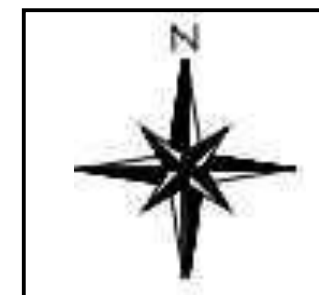
Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

General Cable

A brand of  
**Prysmian**  
Group

## 4 PLANOS

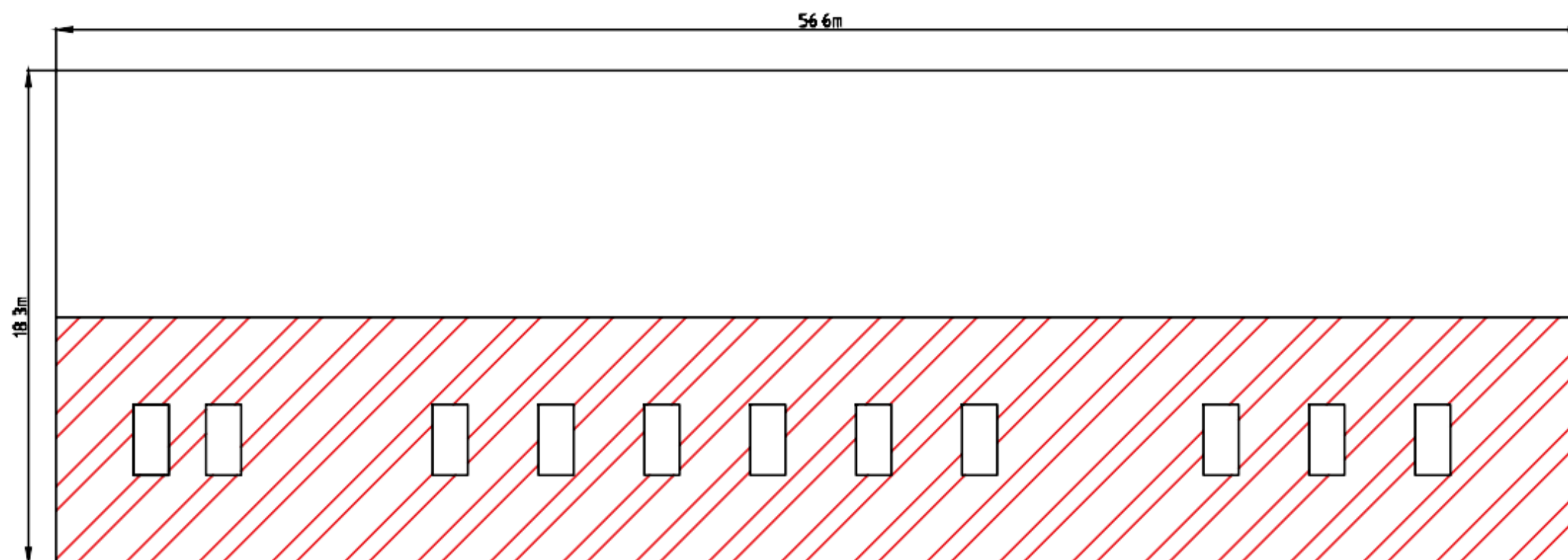
# Plano de situación



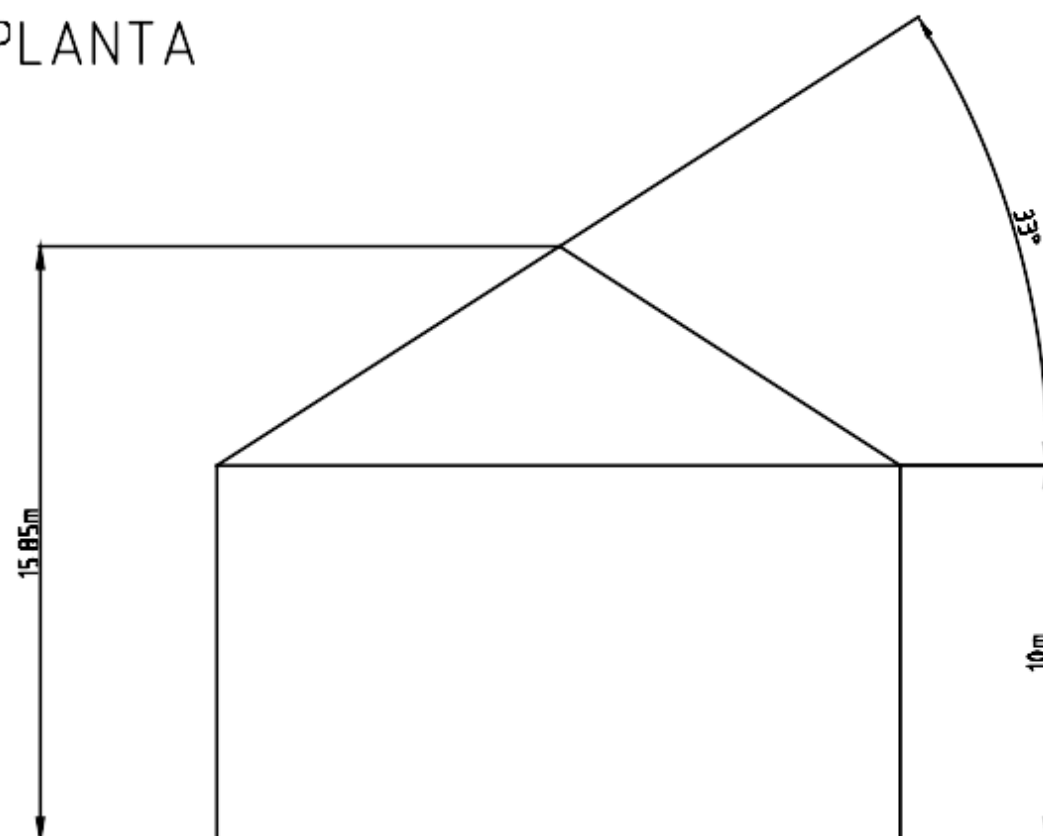
**Datos de situación:**  
**Calle:** Pepe luis Vazquez  
**Número de parcela:** 29  
**Número de nave:** 15  
**Metros construidos:** 1.166 m2  
**Código catastral:** 5868015VH4156N0001GI  
**Año de construcción:** 1970  
**Uso:** Almacén frigorífico

|                               |                                                                                                                                                                           |                  |       |                                                                          |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------|
|                               | FECHA                                                                                                                                                                     | NOMBRE           | FIRMA | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES                                  |
| DIBUJADO                      | 10/06/23                                                                                                                                                                  | Francisco Javier |       |                                                                          |
| COMPROBADO                    |                                                                                                                                                                           | Checa Morales    |       |                                                                          |
|                               |                                                                                                                                                                           |                  |       |                                                                          |
| ESCALA:<br>catastral<br>1:50m | DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES PARA<br>EL AUTOCONSUMO EN NAVE INDUSTRIAL QUE ALIMENTA UNAS<br>CÁMARAS FRIGORÍFICAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LINARES. |                  |       | Nº PLANO<br><br><div style="font-size: 2em; text-align: center;">1</div> |
|                               | Plano 1: Situación y Emplazamiento                                                                                                                                        |                  |       | SUSTITUYE A:                                                             |
|                               |                                                                                                                                                                           |                  |       | SUSTITUIDO POR:                                                          |

## ALZADO DE LA CUBIERTA



## PLANTA



### CARACTERÍSTICAS DE LA CUBIERTA:

INCLINACIÓN: 30°

MATERIAL: ESTRUCTURA METÁLICA Y PANEL SANDWICH

SUPERFICIE DE LA CUBIERTA: 1.166m<sup>2</sup>

SUPERFICIE APTA PARA INSTALACIÓN: 1.051m<sup>2</sup>

ACIMUT: -30°



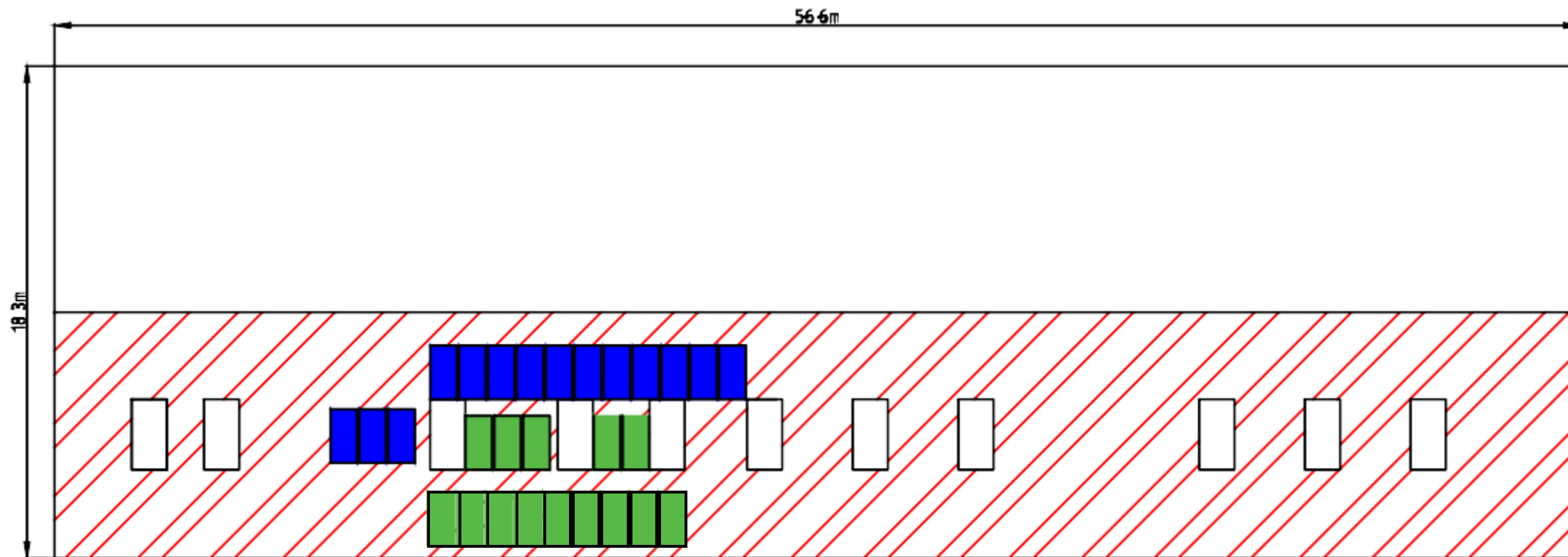
Área posible para instalación de  
módulos solares



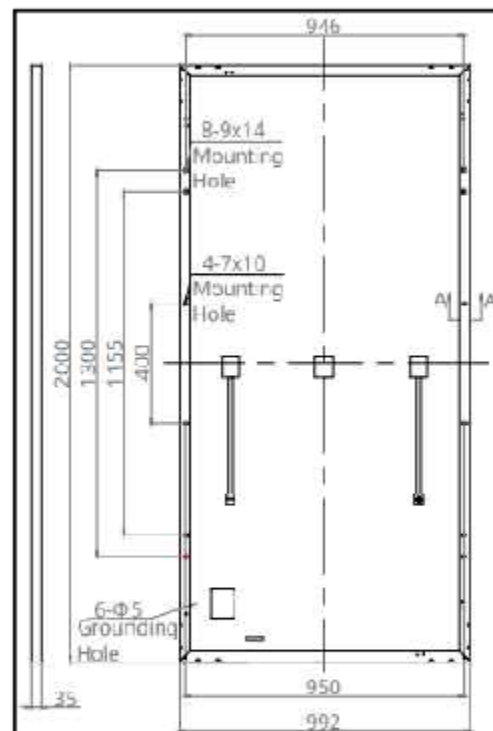
|            | FECHA                                                                                                                                                                    | NOMBRE           | FIRMA | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-----------------------------------------|--|
| DIBUJADO   | 10/06/23                                                                                                                                                                 | Francisco Javier |       |                                         |  |
| COMPROBADO |                                                                                                                                                                          | Checa Morales    |       |                                         |  |
| ESCALA:    | DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES PARA<br>EL AUTOCONSUMO EN NAVE INDUSTRIAL QUE ALIMENTA UNAS<br>CÁMARAS FRIGORÍFICAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LINARES |                  |       | Nº PLANO                                |  |
| 1:350      |                                                                                                                                                                          |                  |       | 2                                       |  |
|            |                                                                                                                                                                          |                  |       | SUSTITUYE A:                            |  |
|            |                                                                                                                                                                          |                  |       | SUSTITUIDO POR:                         |  |

Plano 2: Plantas generales

## ALZADO DE LA CUBIERTA



## MÓDULO SOLAR



Dimensiones del módulo solar:

0.992m x 2.0m x 0.035m



Módulo de la primera rama



Módulo de la segunda rama



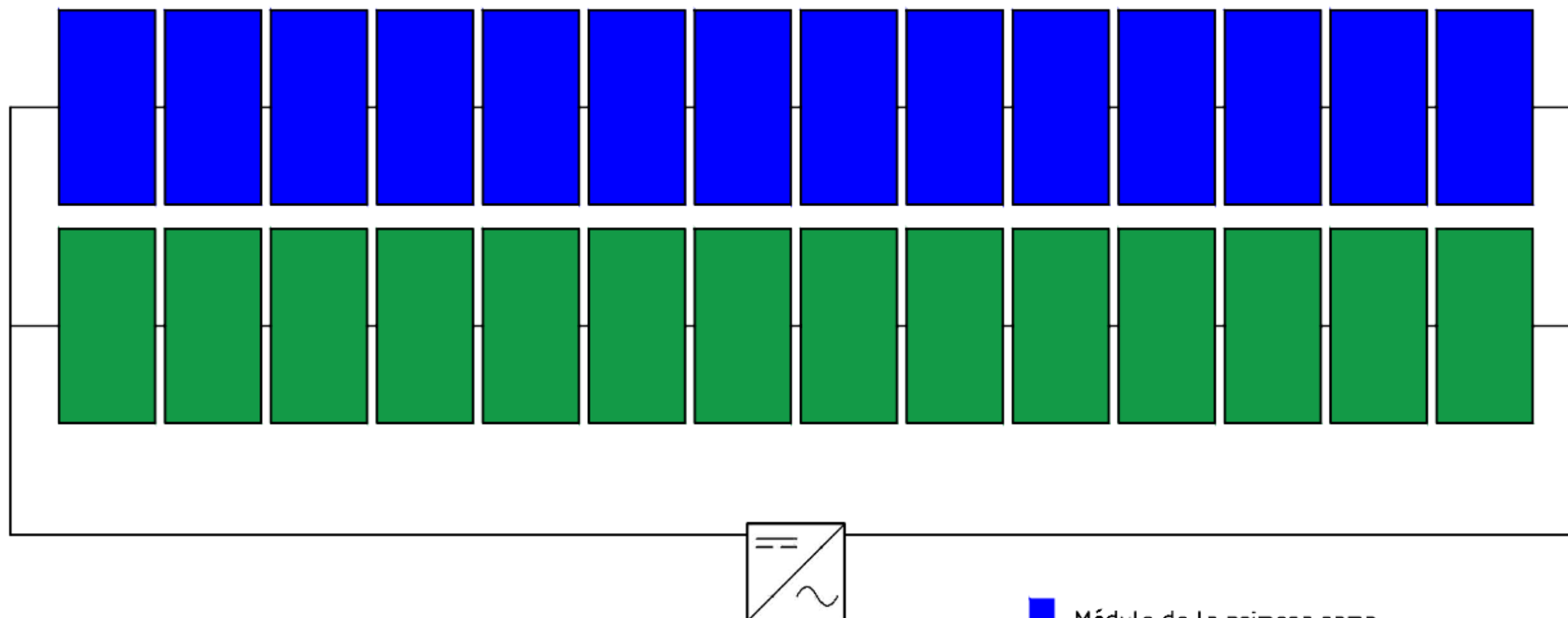
Área posible para instalación de módulos solares



|            | FECHA                                                                                                                                                              | NOMBRE           | FIRMA | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-----------------------------------------|
| DIBUJADO   | 10/06/23                                                                                                                                                           | Francisco Javier |       |                                         |
| COMPROBADO |                                                                                                                                                                    | Cheta Morales    |       |                                         |
| ESCALA     | DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES PARA EL AUTOCONSUMO EN NAVE INDUSTRIAL QUE ALIMENTA UNAS CÁMARAS FRIGORÍFICAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LINARES |                  |       | NE PLANO<br>3                           |
| 1:350      | Plano 3: Distribución de módulos solares                                                                                                                           |                  |       | SUSTITUYE A:                            |
|            |                                                                                                                                                                    |                  |       | SUSTITUIDO POR:                         |

# ALZADO DE CONEXIONADO

String 1:



CONEXIONADO:

Das ramas de catorce módulos solares cada una conectadas en paralelo.

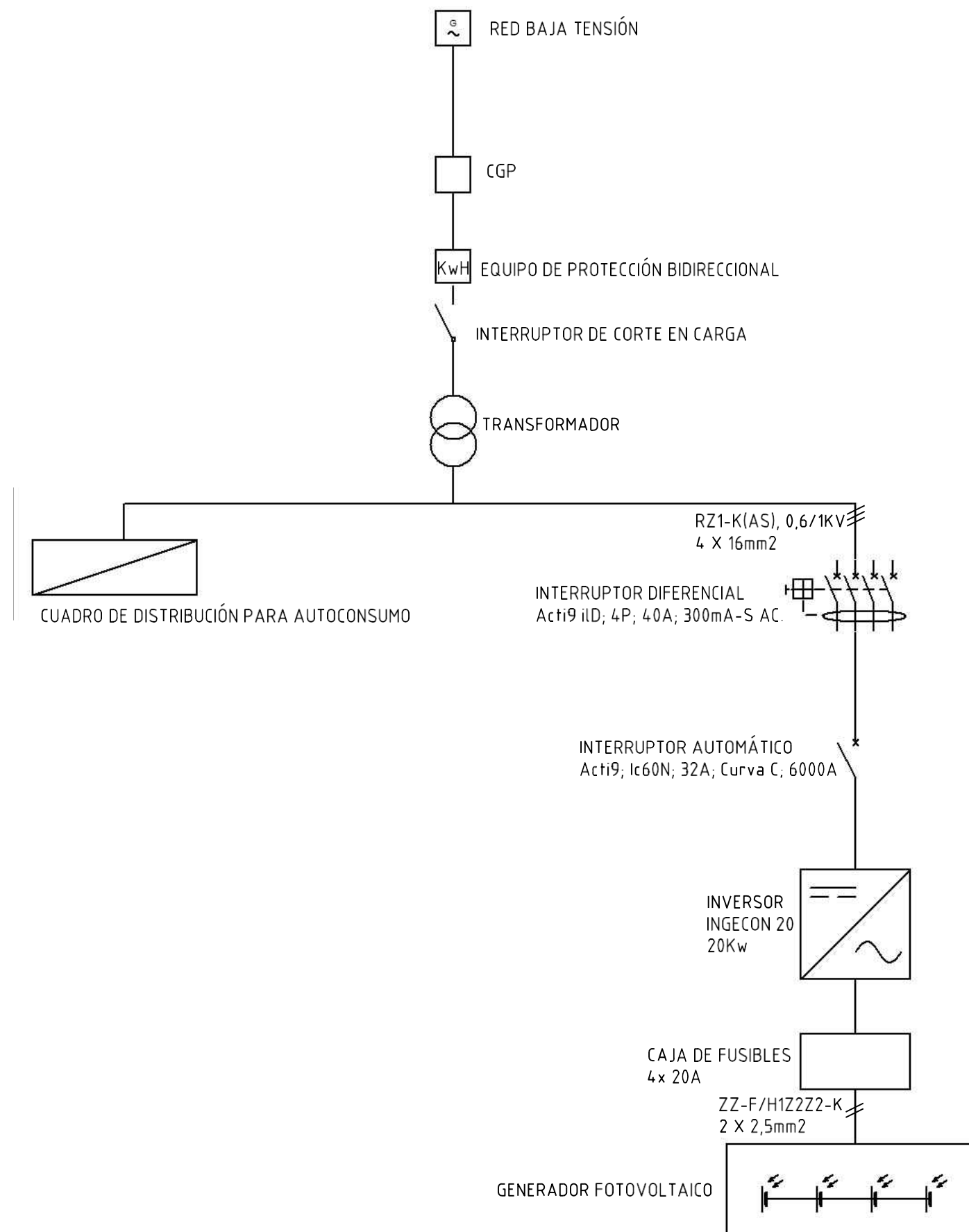
INVERSOR:

Ingecon 20 TLM.

 Módulo de la primera rama

 Módulo de la segunda rama

|            |                                                                                                                                                                                                      |                  |       |                                         |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-----------------------------------------|
|            | FECHA                                                                                                                                                                                                | NOMBRE           | FIRMA | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
| DIBUJADO   | 10/06/23                                                                                                                                                                                             | Francisco Javier |       |                                         |
| COMPROBADO |                                                                                                                                                                                                      | Checa Morales    |       |                                         |
|            |                                                                                                                                                                                                      |                  |       |                                         |
| ESCALA     | DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES PARA EL AUTOCONSUMO EN NAVE INDUSTRIAL QUE ALIMENTA UNAS CÁMARAS FRIGORÍFICAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LINARES<br><br>Plano 4: Esquema de string |                  |       | NE PLANO<br>4                           |
| 1:20       |                                                                                                                                                                                                      |                  |       | SUSTITUYE A:                            |
|            |                                                                                                                                                                                                      |                  |       | SUSTITUIDO POR:                         |



|            |                                                                                                                                                                                                      |                  |       |                                         |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-----------------------------------------|
|            | FECHA                                                                                                                                                                                                | NOMBRE           | FIRMA | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
| DIBUJADO   | 10/06/23                                                                                                                                                                                             | Francisco Javier |       |                                         |
| COMPROBADO |                                                                                                                                                                                                      | Checa Morales    |       |                                         |
|            |                                                                                                                                                                                                      |                  |       |                                         |
| ESCALA:    | DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES PARA EL AUTOCONSUMO EN NAVE INDUSTRIAL QUE ALIMENTA UNAS CÁMARAS FRIGORÍFICAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LINARES.<br><br>Plano 5: Esquema unifilar |                  |       | Nº PLANO                                |
| S/E        |                                                                                                                                                                                                      |                  |       | 5                                       |
|            |                                                                                                                                                                                                      |                  |       | SUSTITUYE A:                            |
|            |                                                                                                                                                                                                      |                  |       | SUSTITUIDO POR:                         |

## **5 PLIEGO DE CONDICIONES**

## **5.1 Condiciones Globales:**

### *5.1.1 Condiciones de Aplicación:*

La función principal del documento presente será la determinación de las condiciones generales y normativas a las que se ajustará el proceso de instalación como determinación de resultados del proyecto.

### *5.1.2 Normas Generales:*

Será el responsable de contratación o “El contratista”, quién bajo responsabilidad jurídica sea responsable de aplicar la normativa vigente de trabajo, la contratación de seguros pertinentes, proveer de los subsidios correspondientes a los trabajadores con respecto a subsidios familiares y de vejez, así como seguro de enfermedad o accidente, así como responsable de cada una de las directrices de carácter colectivo vigente o que se tengan en cuenta en este documento.

La norma que se ha tenido en cuenta para la contratación será la UNE 24054. Norma que hace referencia a la contratación de obras y sus respectivas condiciones a no ser que se indique lo contrario en este documento.

El contratista deberá estar registrado en el ministerio de Hacienda, siendo habilitado por el mismo para realizar el proyecto. Ocurrirá lo mismo con el instalador, que deberá de estar registrado en Industria, y estar cualificado para realizar el trabajo.

### *5.1.3 Normativa legal:*

Para la creación de este proyecto, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- 1) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- 2) Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- 3) Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

- 4) Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- 5) Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- 6) Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- 7) Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- 8) Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado e producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- 9) Real Decreto 1433/2003 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- 10) Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- 11) Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- 12) Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- 13) Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- 14) Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.

- 15) Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- 16) Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- 17) Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- 18) Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- 19) Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- 20) Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- 21) Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- 22) Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- 23) Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- 24) Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- 25) Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- 26) Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- 27) Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- 28) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- 29) Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- 30) Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- 31) Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- 32) Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- 33) Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### *5.1.4 Seguridad en el trabajo:*

Será el contratista el responsable de proveer un ámbito de seguridad en el trabajo, esto se hará mediante la ley 31/1995 de 8 de noviembre. Normativa en la que se explica la prevención de riesgos laborales y todas en este ámbito que fueran de pertinente aplicación.

Para cumplir con el plan de seguridad se deberá de suministrar las maquinas, instrumentos, materiales o herramientas en unas condiciones necesarias para que ofrezca el desarrollo de la actividad en un ámbito seguro.

Cuando los trabajadores realicen alguna actividad en un lugar donde haya tensión, estos deberán estar provistos de una indumentaria que carezca de accesorios metálicos y serán provistos de las herramientas estrictamente necesarias.

Para el transporte de las herramientas se usarán bolsas de un material aislante.

De esta manera, el personal trabajador, estará obligado al uso del material provisto de seguridad con el fin de evitar riesgos y prevenir accidentes. Siendo este material elementos como: mascarillas, gafas, guantes...

El director de obra tendrá la competencia necesaria para parar la actividad que se esté realizando si considera que las condiciones de trabajo no son las necesarias de seguridad. Teniendo estas competencias el director de obra, podrá instar por escrito a un cierre de la obra si la misma no cumple con las normas de seguridad.

El jefe de obra podrá pedir al contratista en cualquier periodo de tiempo, es decir, antes, durante o después, los documentos que aseguren los regímenes de seguridad a cumplir en la obra, tales como: Seguridad Social, accidente, enfermedad laboral...

#### *5.1.5 Seguridad de pública concurrencia:*

El contratista, será el responsable legal de la toma total de las precauciones pertinentes para la garantía del uso de sistemas de protección de trabajadores, equipos de obra y/o animales.

El contratista deberá de contratar un seguro que proteja así mismo, a los trabajadores y a terceros de la responsabilidad civil.

#### *5.1.6 Organización del trabajo:*

El contratista deberá de aplicar una lógica y orden a la ejecución de los trabajos para la más eficiente realización de los mismos y de manera imprescindible, los trabajos se realizarán bajo las estrictas directrices del jefe de obra.

#### *5.1.7 Datos de obra:*

Al contratista le serán entregados una copia de cada plano usado en la obra al igual que una copia de los pliegos de condiciones.

El contratista tendrá la oportunidad de hacer una copia de cada uno de los documentos que se le entreguen.

A la hora de hacer las copias pertinentes, será responsable el contratista de la conservación de los documentos originales.

Tan pronto como se realice una actualización de plano o documento, esta será comunicada al jefe de obra, ya que el contratista no dispondrá de ninguna potestad legal para modificar ningún documento.

#### *5.1.8 Estructura de Obra:*

Una vez el jefe de obra, ha entregado los documentos necesarios y se iniciará un replanteo de obra, donde se estructurará que orden seguirán las tareas de los trabajadores, teniendo en cuenta los puntos más importantes, y comunicando al contratista las pautas necesarias para el perfecto desarrollo de la obra.

Los datos entregados, serán registrados dos veces por un acta, donde se deberá de explicar claramente y sin errores los datos. Esta acta deberá de ser firmada por el contratista y jefe de obra.

#### *5.1.9 Condiciones Generales:*

Para la realización de las instalaciones se deberá de tener contratada a una empresa instaladora registrada en Industria.

El contratista será responsable de acopiar los materiales, herramienta y equipos de trabajo indicado en los anexos anteriores, conforme a la métrica y situación que se esgrime en los planos.

Ante el caso de diferencia de instrucciones o dimensiones, entre plano y mediciones, se tendrá en cuenta lo reflejado en el plano. Ante la ambigüedad a la interpretación de medidas, se seguirá el criterio del jefe de obra.

En el caso de que se precise de otro material que no venga representado en los planos o anexos, se deberá comunicar, tales casos podrían ser: acetileno, tuercas, etc. Los materiales, herramientas o equipos de trabajo que proveerá el contratista, deberán estar en buenas condiciones y ajustarse a la calidad requerida en el pliego de condiciones. La oferta deberá de llevar incluido el coste del transporte de materiales. Los materiales podrán reutilizarse siempre que así venga especificado en la memoria del proyecto.

El contratista, se verá obligado a proveer de un nuevo técnico en concreto si así lo desea el jefe de obra.

La figura del técnico de obra, deberá de estar presente en las reuniones destinadas al buen funcionamiento de la obra, y su figura tendrá el mismo poder que el del contratista. La comprobación del buen desarrollo de la obra, tendrá por objeto la comprobación de características técnicas y de los materiales, así como equipos de trabajo:

- 1) Se controlará los documentos de los suministros.
- 2) Se controlarán por medio de ensayos.
- 3) Se buscará el distintivo de calidad.
- 4) Se deberá corresponder con lo esgrimido en la memoria del proyecto y pliego de condiciones.
- 5) Se dispondrá de la documentación requerida.
- 6) Se cumplirá con las características necesarias del proyecto.

- 7) Se deberá de someter a ensayos y pruebas el proyecto para verificar su cumplimiento.
- 8) La hoja de suministro, y documentos deberán de estar en vigor.
- 9) Será necesario el resguardo de la garantía del fabricante conforme la ley 23/2003 de 10 de Julio.
- 10) Se adjuntará el documento de conformidad o autorización para el proceso de obra que entregará la administración pertinente.

#### *5.1.10 Planificación:*

Una vez pasados los 15 días como marca la ley, el contratista se verá obligado a presentar los plazos a los que se compromete a realizar las siguientes partes de la obra:

- 1) Planos
- 2) Almacenamiento de materiales y replanteo.
- 3) Montaje de sala de máquinas.
- 4) Puesta en marcha.

#### *5.1.11 Previsión de materiales:*

Será el contratista la figura responsable del acopio de materiales en un lugar delimitado, y previamente establecido para ese desempeño, siguiendo una disposición necesaria para el desempeño de las actividades.

Los materiales deberán de estar previstos de protección contra impactos, y fenómenos climatológicos.

El contratista será el responsable del buen estado y la vigilancia de los materiales, constando dentro de la vigilancia las horas nocturnas.

#### *5.1.12 Inspecciones y ensayos antes del montaje:*

Previo al inicio de la instalación, el contratista será el responsable del replanteo de todos los elementos de la instalación, como son equipos de trabajo, herramientas, etc.

#### *5.1.13 Planos:*

Los planos del proyecto tendrán un carácter indicativo, y no carácter ejecutivo, siendo estos necesarios para el normal desarrollo del trabajo.

Para la disposición exacta de equipos, o aparatos, el contratista examinará los planos pertinentes y establecerá una disposición que no interfiera con otros elementos de la obra y permitan el normal desarrollo de la misma.

En caso de que no haya una aclaración o conflicto, será el jefe de obra el responsable de aprobar la disposición.

Será el contratista la figura que aprobará a la dirección de obra, los planos con escala superior a 1:20, donde se representen los equipos.

En los planos se deberán indicar perfectamente las dimensiones, situaciones de conexiones o espacios libres y toda la información que sea necesaria para el normal desarrollo de la obra.

Ningún elemento será exento de aparecer en los planos, y tampoco podrá ser representado en ningún plano sin haber sido aprobado por la dirección de obra.

#### *5.1.14 Variaciones del proyecto:*

El contratista tiene la potestad de exigir algún cambio de o variación que haya que hacer sobre el presente proyecto, siempre que se asegure y sea destinado para el normal desarrollo del proceso de la obra. Es por eso, que se exige que esté debidamente justificada.

Es entonces cuando la justificación debe ser revisada por el jefe de obra, quien dará un visto bueno o no al respecto. Será bajo la justificación del jefe de obra, cuando se aprobará el gasto extra debido a la necesidad de modificar el proyecto en cualquiera de sus ámbitos y eventualmente se necesite de más materia, herramientas o equipos de trabajo.

#### *5.1.15 Cooperación con otros contratistas:*

El contratista será el responsable de la toma de decisiones para el posterior acuerdo con las respectivas empresas, las cuales nos proveerán de los materiales, herramientas o equipos de trabajo que se precisen para el normal desarrollo de la obra.

En el caso de que el contratista instale, o realice algún trabajo que cree conflicto con los procedimientos acordados, será el contratista el responsable de retirarlo a su estado original, sin coste alguno para la propiedad.

#### *5.1.16 Sistemas de protección:*

Será el contratista, el responsable de proteger los equipos, materiales, y hacerse cargo de los mismos, como podría ser materiales con desperfectos, herramientas dañadas...

Las conexiones, y máquinas deberán estar correctamente protegidos durante el transporte o montaje de las mismas, hasta que no se proceda a su conexión. Las protecciones deberán ser las adecuadas en lo que a material y forma respecta, para evitar el contacto con la suciedad o la entrada de cuerpos extraños que puedan dañar los equipos, como podría ser cualquier cosa que atore conductos o algo similar.

De la misma manera, las protecciones deberán de ser las adecuadas para evitar la corrosión de los equipos contra los agentes climatológicos u óxido.

La protección de los materiales deberá de ser acorde a la estructura o fragilidad de los mismos, como podrían ser equipos de control o medida que requieren de una protección específica, ya que son equipos extremadamente frágiles.

#### *5.1.17 Entorno de limpieza:*

Durante el proceso de la obra, la monta de estructuras y equipos será el contratista el responsable de evacuar y preservar el lugar de los materiales y equipos, así como proveer de un nuevo emplazamiento para los mismos, con el fin de no entorpecer el normal desarrollo de la obra.

#### *5.1.18 Montaje de Andamios:*

El contratista será el responsable de suministrar la mano de obra, y los equipos de trabajo y protección y otros como los andamios. El montaje y desmontaje de andamios será también responsabilidad del contratista, ya que serán necesarios para el trabajo vertical.

Será la figura del contratista, la responsable del transporte de equipamiento pesado, equipos, así como de los módulos solares desde el vehículo de transporte hasta el emplazamiento habilitado para el descanso de los mismos.

#### *5.1.19 Obras de albañilería:*

La albañilería no tiene por qué ser estrictamente necesaria en el proceso de la obra. Pero en el momento en el que se necesite realizar alguna obra de albañilería el proyecto se dejará a cargo del contratista.

En el caso en el que se dé una obra de albañilería ésta deberá contar con la supervisión del contratista quién será responsable de prever los planos pertinentes para la misma.

Siempre que se necesite del uso de estructura ya sea para medios mecánicos o de soldadura el responsable de la instalación de la misma será el contratista quién seguirá las instrucciones del jefe de obra.

#### *5.1.20 Previsión eléctrica y agua:*

Los gastos de electricidad y agua que sean costes que se den en el ámbito de la obra ya sea en la reacción de los trabajos o pruebas o ensayos correrán cuenta la empresa constructora y en el caso de que no lo haga lo hará la propiedad. Será la figura del contratista quien sea responsable de prever la potencia eléctrica necesaria para la realización de la obra.

#### *5.1.21 Ruidos y vibraciones:*

La maquinaria o equipos de trabajo deberán seguir la normativa vigente del municipio ya que no podrán exceder de los decibelios permitidos o emitir una serie de vibraciones que se consideren inaceptables regidas por la ordenanza municipal.

En el caso de que se necesite realizar alguna corrección para reducir ruido o vibraciones éstas deberán ser aprobadas por el director de obra y especificarse conforme a la especificación del equipo redactada por el fabricante como podrían ser acople de silenciadores o atenuadores de vibración.

#### *5.1.22 Acceso a la obra:*

Será la figura del contratista la responsable de comunicar con la previsión de tiempo y antelación suficiente al jefe de obra el espacio que se necesitará para la realización de la obra y cada uno de los montajes de sus equipos, así como de sala de máquinas será la responsabilidad del contratista la de cooperar con la empresa constructora poco en otro

contratista para el normal desarrollo de la obra. En el caso de que se produzca un sobre gasto imprevisto debido a los trabajos realizados para la reapertura o falso techo o corrección de los mismos correrán a cargo del contratista.

Los elementos necesarios para el control de medida y protección deberán de tener la capacidad de ser desmontables e instalarse en sitio que sean visibles y que no interfieran con el ámbito de seguridad necesario.

#### *5.1.23 Canalizaciones:*

Previo al trabajo de la colocación de las canalizaciones será responsabilidad del contratista establecer una zona limpia y segura que permita la colocación de canalizaciones.

Siempre que sea necesario un cambio de sentido o cambio de sección de las canalizaciones éstas, deberán darse con un material homologado y que cumpla con las características que se detallan en el proyecto.

Las sujeciones de las canalizaciones será siempre un material no metálico, ya que el principal problema que se desea eliminar es las vibraciones y este material plástico, deberá también ser tal el que recubra los tubos de manera que nunca se interrumpa el aislamiento térmico.

Será obligatorio tener en cuenta la dilatación de la misma tubería con el calor y en el caso de que la tubería esté enterrada se establecerán unas características que permitan que el medio no interrumpa la dilatación de la canalización.

#### *5.1.24 Elementos pasamuros:*

La figura del contratista será la encargada de suministrar cada uno de los elementos pasamuros como podrían ser manguitos pasamuros destinados a la obra de albañilería o retoques estructurales.

Los manguitos pasamuros que se han destinados al aislamiento de los conductores, una vez esté instalado deberán rellenarse con su masilla apropiada para el aislamiento de los conductores, la cual debe contar con la aprobación del jefe de obra.

La masilla y el elemento aislante del conductor deberán de ser apropiados con respecto a la zona de muro que atraviesen es decir habrá lugares en lo que el elemento que se atravesase sea un cortafuego el cual deberá de llevar una masilla especial y en algunas ocasiones se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable.

La instalación de los manguitos en paneles podrá ir a ras de obra, sin embargo, cuando atraviere qué elemento forjado o piedra deberán sobresalir un mínimo de 15 mm.

#### *5.1.25 Cuadros eléctricos:*

El contratista será el responsable de suministrar los cuadros eléctricos de maniobra y protección de todos y cada 1 de los equipos que se precisen para el normal desarrollo de la obra a no ser que el proyecto indique lo contrario.

Será la figura del contratista la que también deba suministrar y hacerse cargo de la instalación de las líneas que dispongan la potencia para los cuadros de protección y control y los equipos eléctricos de potencia. Así también será responsable de la instalación de las tuberías de protección y empalme realizado entre las conexiones, a no ser que se indique lo contrario en el proyecto.

Para la realización de esta instalación de baja tensión se ha seguido el reglamento electrotécnico para baja tensión de 2002, cuyas directrices son necesarias para el cumplimiento de la memoria del proyecto.

La empresa instaladora es la responsable de alimentar todo y cada uno de los cuadros de mando y protección que se incluyen en la memoria y en los planos del proyecto. Esta instalación está constituida por tres fases un neutro y un cable de tierra y en la parte de corriente continua se dará con un cable de positivo y otro de negativo tanto un cuadro como otro estarán bajo responsabilidad del contratista.

#### *5.1.26 Limpieza de redes de distribución:*

En cuanto a las redes de distribución que se encuentran en nuestras instalaciones, es obligatorio que pasen por un previo proceso de limpieza y puesta en marcha en la que se observen no existe ningún objeto extraño y que los aceites y parte que la componen están en pleno uso de sus facultades. Es decir, a la hora de realizar su instalación se pondrá especial cuidado en que no sufra ningún tapón ni se incruste ningún tipo de cuerpo extraño en sus cavidades para, ello antes de la instalación deberán de ser examinados.

#### *5.1.27 Ensayos y pruebas:*

Será la figura del contratista la responsable de proveer de los materiales pertinentes y mano de obra para la realización de los ensayos y pruebas que establezcan el fin de la

instalación ha sido completada con éxito estas pruebas se realizarán según se indique en este pliego de condiciones.

La prueba y ensayo deberán de estar, pero decida por una revisión de los materiales y equipo de obra el material de obra debe de contar con el certificado de origen industrial el cual no asegura que está capacitado para cumplir su labor.

Una vez la instalación del material haya sido completada será obligatorio verificar que el montaje realizado cumple con cada 1 de los requisitos que se establecen en este pliego de condiciones desde conexión hidráulica eléctrica accesibilidad etc.

#### *5.1.28 Pruebas finales:*

Una vez la obra se encuentra terminada al completo será entonces cuando se realicen las pruebas finales indicadas conforme a la normativa UNE, las cuales confirmarán que se cumplen las especificaciones del proyecto que se hayan realizado según las directrices de la dirección de obra.

#### *5.1.29 Recepción Provisional:*

Será a los 15 días de la finalización al completo de la obra cuando a petición del contratista se realizará la recepción provisional de la obra por el contratante.

Esto se realizará en presencia del jefe de obra del representante del contratista y se levantará un acta donde se establezca la conformidad para ambas partes. El trabajo que se ha llevado a cabo el acta una vez realizada estará firmada por el jefe de obra y el representante del contratista.

Una vez las dos partes se encuentran conforme se procederá a la recepción provisional donde el contratista será el responsable de entregar al jefe de obra los siguientes documentos el duplicado de los planos definitivos que se hayan revisado con cada una de las correcciones necesarias.

- 1) Una memoria descriptiva de la obra en la que se incluye la base del proyecto.
- 2) Un anexo donde se especifique cada una de los equipos de trabajadores equipo de obra y material que se hayan utilizado.
- 3) El manual de instrucciones.
- 4) El certificado de instalación presentado ante industria y de la Comunidad Autónoma al respecto que en nuestro caso será Andalucía.
- 5) El libro de especificaciones de mantenimiento.

#### *5.1.30 Garantía:*

El suministrador de la obra será el responsable de garantizar el perfecto funcionamiento de la instalación durante un periodo de 3 años. Y para la célula fotovoltaica de 8 años como mínimo.

Hasta que no se haga la entrega de la recepción definitiva será la figura del contratista el responsable del buen estado de la instalación su conservación, dando cuenta de cargo de las reparaciones o errores que se hayan podido dar por la mala gestión de los materiales o la mala calidad de los mismos.

Mientras siga este periodo será el contratista garante de cualquier reclamación de tercero que se pueda dar hacia el contratante.

En las compensaciones económica se encuentra la reparación de los componentes que pueda resultar defectuosa o en mal estado los medios de transporte y coste de tiempo de amortización de vehículo o equipo de trabajo y la mano de obra a la vez que a los materiales que se hayan necesitado para el buen funcionamiento de la instalación.

Siempre quise realice un cambio desmontaje o reparación por un agente externo técnico se anulará la garantía.

#### *5.1.31 Recepción definitiva:*

Una vez haya finalizado el plazo de garantía establecido en el contrato el año de recepción provisional ésta dará paso a la recepción definitiva en la que tendrá que estar presente el jefe de obra el contratista o su representante y levantar un acta si las dos partes están conformes esta acta será firmada por el director de obra y el representante del contratista, y ratificada por el contratante.

#### *5.1.32 Permisos:*

Será la figura del contratista la responsable de establecer contacto con los órganos pertinentes, como podrían ser autonómicos nacionales o provinciales para obtener cada uno de los permisos necesarios para llevar a cabo la obra que se refleja en el presente proyecto incluyendo el visado del colegio oficial.

#### *5.1.33 Entrenamiento:*

Será la figura del contratista responsable de la aplicación clara y concisa del procedimiento de explotación eléctrica así como el mantenimiento de la instalación.

Será imprescindible no exceder de un periodo superior al indicado el cual se ve en el presente pliego de condiciones será la figura del contratista quien asignará específicamente el personal cualificado y adecuado para realizar el entrenamiento, siendo así el acuerdo con el programa indicado y ratificado por el director de obra.

#### *5.1.34 Subcontratas:*

Salvo indicación expresa por cuestión de naturaleza o condiciones de la misma obra, ésta no tendrá que ser estrictamente ejecutada por la empresa pertinente, sino que esta podrá subcontratar otras empresas como podrían ser zona de construcción, montaje, montaje eléctrico etc., siempre y cuando la empresa subcontratada cumpla una serie de requisitos. Las subcontrataciones serán siempre bajo el estricto conocimiento del director de obra indicando siempre qué tipo de trabajo y en qué condiciones será así como la repercusión económica que tendrá. También deberá de cumplir que la cuantía total de los subcontratos nunca supere el 50% del presupuesto de obra inicial.

#### *5.1.35 Riesgos:*

Respecto a la obra, será la figura del contratista quién sea consecuente con los problemas que vengán derivado del riesgo, cómo podría perjuicio o pérdida, y es por eso que se hace cargo de la indemnización de los mismos siendo la figura del contratista responsable en su totalidad y no pudiendo así aludir al desconocimiento de la situación. Que sean causados a materiales o instalaciones, incluso debido al robo incendio o catástrofe de carácter climatológico, siendo el responsable de cubrir los gastos mediante un seguro. Es por eso que la figura del contratista es obligatoria que cuente con un seguro de responsabilidad civil quién pueda indemnizar por perjuicio a tercero por una negligencia o de manera directa o indirecta.

#### *5.1.36 Rescisión de contrato:*

Será motivo de rescisión de contrato, la quiebra de la empresa de la figura del contratista, así como el impago de las cuantías establecidas previamente, o el embargo de los equipos necesarios para el desarrollo de la obra.

Será interpretado también como rescisión de contrato el no cumplimiento de las condiciones técnicas o el retraso en los plazos de entrega. En cuestión de plazos, siendo de hasta tres meses, lo que empezaría a considerarse una desobediencia en relación a la instalación.

Si se dan estos casos anteriores, la propiedad podrá exigir una indemnización por los daños causados y rescindir el contrato.

El contratista tendrá derecho a rescindir el contrato siempre y cuando no se cumplan las condiciones técnicas establecidas previamente o cuando la obra cese por las causas anteriormente mencionadas.

#### *5.1.37 Precios:*

Será la figura del contratista la que tomará la responsabilidad de establecer una oferta en la que se establezca el precio establecido de cada uno de los apartados que llevan coste alguno.

A la hora de indicarlo, los precios deberán ir debidamente ligados a una descripción de a que se achaca el mismo gasto.

Una vez se ha adjudicado la obra al contratista, será este quien establecerá una firma previa al contrato, donde esgrimirá los precios de los materiales, expresados en valor por unidad.

Siendo el presupuesto de material, la suma de los valores totales de los valores unitarios.

#### *5.1.38 Pagos de obra:*

El pago de las obras se realizará a través de “certificaciones parciales”, que se darán una vez al mes. Las certificaciones, solo se harán de las partes de la obra que estén acabadas por completo y se hayan dado dentro del periodo de tiempo que se estimó. Será responsabilidad del contratista, la del estudio de la medición de unidades ocultas, inclusive en el caso de que el jefe de obra no esté al corriente de las mismas, será responsabilidad del contratista, quien deberá de correr con los gastos pertinentes de las mediciones.

#### *5.1.39 Condiciones de la instalación fotovoltaica:*

Los materiales susceptibles de corrosión, deberán de contar con una protección que los proteja de las condiciones climatológicas.

Los equipos de trabajo o de medida que consten de especial sensibilidad, deberán de contar con una protección adecuada a su nivel de fragilidad.

Los paneles fotovoltaicos deberán de cumplir unas condiciones óptimas, ya que no se aceptarán que se encuentren con manchas o desperfectos.

Para que un módulo solar sea aceptado, éste sólo podrá excederse o reducirse en su nivel de máxima potencia a generar +/- 10% de tolerancia.

#### *5.1.40 Estructura:*

La estructura se considerará un elemento esencial e imprescindible de la instalación ya que de esta manera se asegura una correcta sujeción de los módulos solares. Este soporte, irá fabricado con materiales que resistan condiciones climatológicas adversas, como podría ser acero o aluminio.

La instalación de la estructura se acogerá al código técnico de la edificación.

La instalación de los módulos solares, el cableado del mismo y la estructura llevará consigo un compromiso de la estabilidad de la estructura, es por eso que es necesario una instalación que busque un resultado de cierta robustez con su anclaje.

Se deberá tener en cuenta las perturbaciones producidas por el viento.

Para asegurar el nivel óptimo de trabajo de la instalación se tendrá en cuenta:

- 1) La búsqueda de kits de montaje apropiados.
- 2) La prevención de un sistema de ensamblaje sencillo para reducir costes de mano de obra.
- 3) Minimizar el número total de piezas a ser posible.
- 4) Asegurar al máximo posible la protección de los paneles antirrobo.

Las estructuras se buscarán que principalmente estén creadas en acero galvanizado, de entre 120 micras o 200 micras y un recubrimiento de Zinc, que se asegure que pase por todas las zonas susceptibles de corrosión. La tornillería usada en el montaje será de acero inoxidable para evitar la corrosión.

#### *5.1.41 Instalación sobre cubierta:*

La instalación del generador fotovoltaico deberá no comprometer la estructura del edificio, para así soportar las cargas de la misma sin problema.

Para que se cumpla el apartado de la memoria “Integridad estructural” se deberá instalar una serie de anclajes homologados bajo ensayos verificados que se comprometan a cumplir de manera óptima sus condiciones.

Para llevar a cabo la instalación, la cubierta sufrirá una serie de perforaciones que más tarde serán atravesadas por una serie de componentes de tornillería inoxidable que permitirá la perfecta fijación de la estructura a la cubierta.

#### *5.1.42 Conexionado entre módulos:*

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una caja de conexiones que albergarán los fusibles de protecciones de cada uno de los polos. Estas cajas de protección están homologadas para su puesta a la intemperie, pero aun así siempre que la disposición de la misma lo permita, sería conveniente sellar los orificios u juntas con alguna masilla aislante.

Al necesitar una configuración serie- paralelo, lo cual requiere una complejidad un poco más elevada, el montaje de los paneles convendría realizarse a través de un plano que permita reflejar con exactitud los conectores y evitar errores. Es por esto la gran importancia que se le da a los planos en un proyecto como este, donde cada uno de los strings necesita su esquema de conexión.

Durante el interconexionado de los módulos solares se deberá tener en cuenta la presencia de la tensión a la que trabajan en cada uno de los polos, es por ello que su transporte o manipulación se deberá hacer con un protector opaco.

#### *5.1.43 Puesta a tierra:*

Según la norma UNE-HD 60364-7- se podrá ejecutar una tierra común de todos los equipos.

- 1) La conexión a tierra del circuito de corriente continua deberá hacerse en un punto único a la salida del módulo fotovoltaico.
- 2) La puesta a tierra de los equipos debe de ser ininterrumpida aún cuando se monte o desmonte un módulo solar.

- 3) Se recomendará el uso del mismo electrodo de puesta a tierra para el circuito de continua y para el de los equipos de alterna.

#### *5.1.44 Montaje del resto de componentes:*

Para la instalación del resto de componentes específicos como podrían ser inversor se deberá de seguir las indicaciones del fabricante.

Se darán casos donde se deberá de sacrificar el camino de cableado más idóneo para salvar obstáculos que sean susceptibles de dañar el cableado. Para la introducción del cableado en los tubos, el uso de algún gel lubricante para la ayuda al acceso del mismo.

### **5.2.0 Mantenimiento de la instalación fotovoltaica.**

#### *5.2.1 Generalidades:*

El mantenimiento periódico será necesario para prevenir los distintos fenómenos que reduzcan el rendimiento de nuestra instalación o sean susceptibles de estropear la misma.

#### *5.2.2 Programa de mantenimiento:*

Existen diferentes tipos de procedimientos donde aumenta la vida útil del sistema, como son:

- 1) Mantenimiento correctivo.
- 2) Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo se inicia con una inspección visual en la que se busca concretar si hay o no desperfectos visibles, atribuidos a las inclemencias meteorológicas o vandalismo, los cuales son capaces de romper o dañar nuestra instalación. En este mantenimiento preventivo, se observará el estado de los soportes, si presenta roturas o deformaciones o existe óxido en ellos.

El mantenimiento correctivo, se darán todas las actividades de reemplazo de piezas necesarias para el normal desarrollo de la actividad generadora. En este tipo de mantenimiento se verán incluidas las diferentes visitas periódicas, y si en una de estas visitas, se observa una avería, esta deberá de ser reparada en menos de quince días, desde su encuentro.

Sin embargo, en este último tipo de mantenimiento no estará incluido el coste de la mano de obra.

El mantenimiento tendrá que realizarse por un personal que presente cualificación sobre el ámbito que va a trabajar. Y este deberá de estar respaldado por la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo deberá de albergar una serie de objetivos, como son:

- 1) Se deberá comprobar el buen funcionamiento de protecciones.
- 2) Se deberá comprobar el estado de los módulos solares.
- 3) Se deberá comprobar el estado del inversor.
- 4) Se deberá verificar el estado del cableado y conexiones.
- 5) Para finalizar, se deberá de realizar un informe, donde se establezca las conclusiones sobre el estado de la instalación.

## **6 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **6.1. Objetivo**

En el presente documento se esgrimirá las distintas normas en referencia a la seguridad y salud, que las empresas y cada una de las partes contratantes, deberán de cumplir, durante el desarrollo de la obra.

Estas normas están recogidas en el Real Decreto de 1.625/1.997 de 24 de octubre.

### **6.2 Plan de seguimiento de seguridad y salud en el ámbito del trabajo**

El responsable de realizar un plan para garantizar las pautas necesarias para el estudio de seguridad y salud en el trabajo es el contratista, figura que será la responsable de realizar un plan estratégico para la ejecución de las diferentes pautas de seguridad en el desarrollo del proyecto. Siento este plan anteriormente mencionado imposible de reducir los niveles de protección que contempla la norma UNE, en su nivel más básico.

En el plan de seguridad y salud en el ámbito del trabajo, se deberá realizar un estudio de que planificación es la más óptima a seguir, para la planificación preventiva de los diferentes riesgos que puedan entrañar las actividades dadas para el desarrollo de la obra, en la que se pongan en juego la integridad física de los trabajadores.

Será la figura del director, la que será responsable de coordinar los aspectos relacionados con la seguridad y la salud en la obra. También es el director de obra, el responsable de corroborar que se sigue el plan de seguridad durante el desarrollo de la obra.

El plan de seguridad tendrá la capacidad de ser modificado durante el proceso de la obra, esto se dará en el caso de diferentes problemas de seguridad o accidentes que puedan ir surgiendo. Para que se dé esta cláusula, deberá de ser acordada y firmada por el contratista y el director de obra.

Se podrán recibir propuestas, para incluir distintas cláusulas o mejora de las mismas, por parte del personal de obra, como los trabajadores.

### **6.3 Obligaciones del director facultativo de obra**

Será el director facultativo de la obra, la figura responsable de coordinar el plan de seguridad a seguir durante el transcurso de la misma. El director tiene la responsabilidad de organizar las tareas que se vayan a realizar.

Los objetivos son:

- 1) Asegurar el trato entre contratista y trabajadores del cumplimiento del protocolo de seguridad acordado. Como se establece en el artículo 15 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- 2) Aprobar el protocolo de seguridad y salud antes del inicio de la obra y tener en cuenta las modificaciones realizadas por el contratista.
- 3) El aseguramiento del cumplimiento del artículo 24 de la ley de prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- 4) Garantizar la aplicación óptima de los métodos a seguir de trabajo, de manera que se analicen las distintas funciones.
- 5) Ser garante de la capacidad limitada del acceso a la obra.

#### **6.4 Libro de incidencias**

Será obligatorio la existencia en la oficina de la obra, de un libro de incidencias, cuya finalidad será la de realizar un control del proceso de seguridad y salud. Este libro deberá de ser duplicado y entregado al Colegio profesional que firma y coordina el estudio básico de seguridad y salud.

#### **6.5 Paro del trabajo**

En el caso de que se produjera un incumplimiento de las medidas recogidas en el protocolo de seguridad y salud, la dirección facultativa o el coordinador de seguridad y salud, serán los responsables de comunicarlo en el libro de incidencias.

Y en el caso de que alguna de las incidencias, sea muy grave, y se conozca que alguno de los trabajadores está en peligro se podrá recurrir a la paralización de la obra. Esto, queda recogido en la ley de prevención de riesgos laborales.

#### **6.6 Principios generales aplicables durante la obra**

- 1) Será obligatorio garantizar un correcto orden y mantenimiento de las instalaciones para garantizar el orden y la higiene en la obra.
- 2) Será necesario elegir un emplazamiento adecuado y delimitado para cada uno de las áreas del trabajo, teniendo en cuenta los accesos.
- 3) Será obligatorio el uso adecuado de cada una de las herramientas y equipos de trabajo para el transcurso de la ejecución de la obra.

- 4) Se velará por disminuir los posibles defectos que puedan poner en riesgo la seguridad de los trabajadores con el objetivo de velar por la seguridad de cada uno de ellos.
- 5) En los emplazamientos cuyo uso sea el de almacenamiento de material o sustancias susceptibles de entrañar algún riesgo para los trabajadores, será necesario delimitar dicha zona y evitar posibles accidentes.
- 6) Será necesario una revisión de los materiales o herramientas que usen los trabajadores y sean susceptibles de entrañar algún riesgo para los mismos.
- 7) Los escombros y residuos generados por el transcurso de la obra deberán ser recogidos y transportados por una empresa especializada.

## **6.7 Propuesta de medidas preventivas para la reducción de riesgos laborales**

En este apartado del proyecto, se recogerán las diferentes medidas preventivas y protecciones, que se usarán para el objetivo de reducir y prevenir las series de potenciales daños o perjuicios físicos que puedan recibir los trabajadores.

### *6.7.1 Protecciones personales*

#### **6.7.1.1 Protecciones en la cabeza**

Con la finalidad de que ningún trabajador ni personal de la obra, así como visitante se exponga a posibles accidentes susceptibles de ocurrir en la cabeza, será de obligado cumplimiento la posesión de casco en todo momento.

El casco deberá de llevar consigo el sello de CE además de estar fabricado con su debido material aislante eléctrico.

Además del casco, será de obligado cumplimiento el llevar consigo y dar uso de unos tapones o protección auditiva pertinente.

Por último, si el trabajador en cuestión, realiza alguna tarea específica que lleve consigo algún riesgo en particular, deberá de llevar las protecciones pertinentes.

#### **6.7.1.2 Protecciones en el cuerpo**

Los trabajadores deberán de utilizar una ropa, que permita la protección del trabajador, siendo consecuente con la tarea que vaya a realizar. Los trabajadores

que, en algún momento de su trabajo, estén realizando alguna tarea en la que se vea sometido a exponerse a una caída de tres metros o más, deberán de utilizar cinturones de seguridad.

#### 6.7.1.3 Protecciones en extremidades superiores

Para el manejo de materiales y objetos se deberán de usar unos guantes que permitan la protección de las manos, como pueden ser guantes anticorte.

Siendo en el caso de trabajos de índole eléctrica, obligatorio el uso de guantes aislantes de protección y deberán de ser identificados con el símbolo eléctrico, fecha de producción y homologación por la UNE-EN-60900.

#### 6.7.1.4. Trabajos en alturas

Cualquier trabajador que se vea expuesto por la índole de su tarea a realizar a tres metros o más de altura, deberá de usar el arnés de seguridad para garantizar el protocolo anticaída. El cinturón de seguridad, deberá de estar homologado y estar sujeto a los puntos metálicos que ofrecen el desarrollo que ofrece la seguridad deseada. El cinturón deberá de estar bien ajustado al trabajador y no deberá de estar unido a andamios o maquinaria, ya que podría comprometer la seguridad del trabajador.

#### 6.7.1.5 Trabajos con cortadora de discos

El trabajador que realice algún trabajo en el que sea necesario el uso de la cortadora de discos, esta, deberá de contar con una protección específica, que asegure como mínimo 1 centímetro por encima de la zona de corte. A la vez que será de obligado cumplimiento que la máquina cortadora use discos de corte homologados y propios para la máquina en cuestión.

#### 6.7.1.6 Trabajo con equipo de soldadura

Será de obligado cumplimiento el uso de gafas y guantes protectores para el desarrollo del trabajo de soldadura.

Será totalmente prohibido el uso del equipo de soldadura cercano a emplazamientos destinados cuyo uso sea albergar materiales inflamables o

corrosivos. A no ser que previamente se hayan tenido en cuenta otros protocolos de seguridad que sí lo permita.

#### 6.7.1.7 Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión

Cuando el trabajo a desarrollar sea cerca de instalaciones eléctricas de alta tensión será de obligado cumplimiento la realización de la tarea en cuestión en presencia de un binomio. Esta medida establece que se procederá de esta manera, con el fin de que, en caso de accidente por tensión, el otro trabajador pueda actuar y acabar cuanto antes con la exposición de su compañero ante la tensión.

#### 6.7.1.8 Trabajos de maniobra con equipos de baja tensión

Cuando se dé el caso de una actividad de obra en la que se vea sometida al manejo de equipos de baja tensión, será obligatorio la comunicación de la misma a la figura responsable de dichas tareas.

Será de obligado cumplimiento el seguimiento de las directrices de cuando deberá realizarse la acción o si deberá realizarse o no.

Cuando se realicen trabajos en los que se vean involucrados equipos de baja tensión, se deberán de seguir las siguientes pautas:

- 1) Dejar en posición de apertura las fuentes de tensión.
- 2) Bloquear la posición anteriormente mencionada.
- 3) Comprobar la ausencia de voltaje.
- 4) Colocar la debida derivación a tierra en cortocircuito.
- 5) Colocar las señales pertinentes.

#### 6.7.1.9 Trabajos de apertura de zanjas

En el caso de que fuese necesario la apertura de zanjas en la obra, se deberán de tener en cuenta las siguientes pautas:

Si la zanja mide más de metro y medio de profundidad, deberán de realizarse entibaciones. Será obligatorio la señalización de las canalizaciones que discurrirán por las zanjas. Eso se hará o bien con una cinta o bien con una barandilla.

*6.7.2. Información útil para posibles trabajos posteriores:*

Será la figura del contratista, la responsable de informar del plan de seguridad y salud y el protocolo a seguir del mismo. El cómo se procederá al mantenimiento de la instalación generadora. Y, por último, este informe será entregado a la compañía suministradora.

## 7 PRESUPUESTO

Desde la tabla 22 hasta la 37 se desglosa el gasto punto por punto de la inversión necesaria para la instalación fotovoltaica.

| <b>Módulos Solares</b>                                   |                    |              |                      |
|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Número</i>                                            | <i>Precio/ud.</i>  | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 28                                                       | 238,37             | 6674,36      | 8075,9756            |
| <i>Horas de trabajo</i>                                  | <i>Precio/hora</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 18                                                       | 20                 | 360          | 435,6                |
| <i>Total invertido en instalación de módulos solares</i> |                    |              | 8511,5756            |

**Tabla 22: Módulos solares**

El precio total de la adquisición y la instalación de los módulos solares es de 8.511,57 €.

| <b>Inversor</b>                                   |                    |                      |
|---------------------------------------------------|--------------------|----------------------|
| <i>Número</i>                                     | <i>Precio/ud.</i>  | <i>Total con IVA</i> |
| 1                                                 | 3388               | 3388                 |
| <i>Horas de trabajo</i>                           | <i>Precio/hora</i> | <i>Total</i>         |
| 4                                                 | 20                 | 80                   |
| <i>Total invertido en instalación de inversor</i> |                    | 3468                 |

**Tabla 23: Inversor**

El precio total de la adquisición y la instalación del inversor es 3.468 €, en este caso el precio ya contaba con el IVA.

| Estructura                                          |                    |              |
|-----------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| <i>Número</i>                                       | <i>Precio/ud.</i>  | <i>Total</i> |
| 5                                                   | 147,45             | 737,25       |
| <i>Horas de trabajo</i>                             | <i>Precio/hora</i> | <i>Total</i> |
| 10                                                  | 20                 | 200          |
| <i>Total invertido en instalación de estructura</i> |                    | 937,25       |

**Tabla 24: Estructura**

El precio total de la adquisición y la instalación de la estructura es 937,25 €, en este caso el precio ya contaba con el IVA.

| Cable CC                                          |                    |              |                      |
|---------------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Metros</i>                                     | <i>Precio/m.</i>   | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 25,74                                             | 1,4                | 36,036       | 43,60356             |
| <i>Horas de trabajo</i>                           | <i>Precio/hora</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 3                                                 | 20                 | 60           | 72,6                 |
| <i>Total invertido en instalación de cableado</i> |                    |              | 116,20356            |

**Tabla 25: Cableado corriente continua (CC)**

El precio total de la adquisición y la instalación del cableado es 116,2 €.

| Cable CA                                          |                    |              |                      |
|---------------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Metros</i>                                     | <i>Precio/m.</i>   | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 8                                                 | 3,28               | 26,24        | 31,7504              |
| <i>Horas de trabajo</i>                           | <i>Precio/hora</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 1                                                 | 20                 | 20           | 24,2                 |
| <i>Total invertido en instalación de cableado</i> |                    |              | 55,9504              |

**Tabla 26: Cableado corriente alterna (CA)**

El precio total de la adquisición y la instalación del cableado es 55,95 €.

| Tierras                                              |                      |              |                      |
|------------------------------------------------------|----------------------|--------------|----------------------|
| <i>Instalación</i>                                   | <i>Total con IVA</i> |              |                      |
| 180                                                  | 217,8                |              |                      |
| <i>Horas de trabajo</i>                              | <i>Precio/hora</i>   | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 3                                                    | 20                   | 60           | 72,6                 |
| <i>Total invertido en<br/>instalación de Tierras</i> |                      |              | 290,4                |

**Tabla 27: Instalación de Tierras**

El precio total de la adquisición y la instalación del cableado es 290,4 €.

| Canalización                                                  |                    |              |                      |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Metros</i>                                                 | <i>Precio/m.</i>   | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 27                                                            | 2,7                | 72,9         | 88,209               |
| <i>Horas de trabajo</i>                                       | <i>Precio/hora</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 6                                                             | 20                 | 120          | 145,2                |
| <i>Total invertido en<br/>instalación de<br/>Canalización</i> |                    |              | 233,409              |

**Tabla 28: Canalización**

El precio total de la adquisición y la instalación de la canalización es 233,41 €.

| Tubo                                                         |                    |              |                      |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Metros</i>                                                | <i>Precio/m.</i>   | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 27                                                           | 1,9                | 51,3         | 62,073               |
| <i>Horas de trabajo</i>                                      | <i>Precio/hora</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 4,5                                                          | 20                 | 90           | 108,9                |
| <i>Total invertido en<br/>instalación de Tubo<br/>Rígido</i> |                    |              | 170,973              |

**Tabla 29: Tubo Rígido**

El precio total de la adquisición y la instalación del tubo es 170,97 €.

| Interruptor magnetotérmico            |                    |              |                      |
|---------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Interruptor</i>                    | <i>Precio/ud.</i>  | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 1                                     | 33,93              | 33,93        | 41,0553              |
| <i>Horas de trabajo</i>               | <i>Precio/hora</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 0,5                                   | 20                 | 10           | 12,1                 |
| <i>Total invertido en instalación</i> |                    |              | 53,1553              |

**Tabla 30: Interruptor automático de corte**

El precio total de la adquisición y la instalación del interruptor magnetotérmico es 53,16 €.

| Interruptor diferencial               |                    |              |                      |
|---------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Interruptor</i>                    | <i>Precio/ud.</i>  | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 1                                     | 106,21             | 106,21       | 128,5141             |
| <i>Horas de trabajo</i>               | <i>Precio/hora</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 0,5                                   | 20                 | 10           | 12,1                 |
| <i>Total invertido en instalación</i> |                    |              | 140,6141             |

**Tabla 31: Interruptor diferencial**

El precio total de la adquisición y la instalación del interruptor diferencial es de 140,61 €.

| Fusibles                                          |                    |              |                      |
|---------------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Unidades</i>                                   | <i>Precio/ud.</i>  | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 4                                                 | 23,24              | 92,96        | 112,4816             |
| <i>Horas de trabajo</i>                           | <i>Precio/hora</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 1                                                 | 20                 | 20           | 24,2                 |
| <i>Total invertido en instalación de Fusibles</i> |                    |              | 136,6816             |

**Tabla 32: Fusibles**

El precio total de la adquisición y la instalación de fusibles es 136,68 €.

| Coordinador                                        |                    |              |                      |
|----------------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Meses</i>                                       | <i>Precio/mes.</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 0,5                                                | 193,6              | 96,8         | 117,128              |
| <i>Total invertido en coordinador de seguridad</i> |                    |              | 117,128              |

**Tabla 33: Fusibles**

El precio total de la contratación de los servicios de un coordinador de seguridad es de 117,13 €.

| Alquiler                                        |                   |              |                      |
|-------------------------------------------------|-------------------|--------------|----------------------|
| <i>Meses</i>                                    | <i>Precio/mes</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 0,5                                             | 150               | 75           | 90,75                |
| <i>Total invertido en material de seguridad</i> |                   |              | 90,75                |

**Tabla 34: Herramientas y protocolos de seguridad**

El precio total del alquiler durante todo el periodo de la obra en material de seguridad es 90,75 €.

| Alquiler                                      |                    |              |                      |
|-----------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Meses</i>                                  | <i>Precio/mes.</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 0,1                                           | 350                | 35           | 42,35                |
| <i>Total invertido en alquiler plataforma</i> |                    |              | 42,35                |

**Tabla 35: Plataforma elevadora**

El precio total del alquiler durante toda la obra de la plataforma elevadora es de 42,35 €.

| Legalización                           |                    |              |                      |
|----------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <i>Legalización</i>                    | <i>Precio/mes.</i> | <i>Total</i> | <i>Total con IVA</i> |
| 250                                    | 100                | 350          | 423,5                |
| <i>Total invertido en legalización</i> |                    |              | 423,5                |

**Tabla 36: Legalización del proyecto y certificados**

El precio total de la legalización del proyecto y los certificados pertinentes es de 423,5 €.

| Importe total            |             |
|--------------------------|-------------|
| Con IVA                  | 15441,89    |
| Con beneficio industrial | 16368,39816 |

**Tabla 37: Total**

El precio total de la instalación es 16.368,39 €.